
3 1761 08642667 3





HANDBUCH

DER

ZAHNHEILKUNDE

unter Mitwirkung von

Professor Dr. P. **Adloff**, Königsberg; Dozent Dr. A. **Baštýř**, Prag; Dr. V. **Blumm**, Bamberg; Primararzt Professor Dr. K. **Büdinger**, Wien; Professor Dr. P. **Clairmont**, Zürich; Professor Dr. V. **Ebner**, Wien; Dr. M. **Eichler**, Bonn †; Professor Dr. L. **Fleischmann**, Wien; Professor Dr. E. **Freund**, Wien; Professor Dr. A. **Haberda**, Wien; Professor Dr. K. **Helly**, St. Gallen; Dozent Dr. **Oskar Hirsch**, Wien; Dozent Dr. K. **Hochsinger**, Wien; Dozent Dr. A. **Holländer**, Wien; Professor Dr. C. **Jung**, Berlin; Dr. R. **Krämer**, Wien; Professor Dr. A. **Kreidl**, Wien; Professor Dr. M. v. **Lenhossék**, Budapest; Professor Dr. J. **Mamlok**, Berlin; Dr. R. **Parreidt**, Leipzig; Professor Dr. H. **Paschkis**, Wien; Professor Dr. H. **Pichler**, Wien; Dr. J. **Robinsohn**, Wien; Professor Dr. O. **Römer**, Leipzig; Dozent Dr. E. **Ruttin**, Wien; Professor Dr. W. **Sachs**, Berlin; Professor Dr. J. **Scheff**, Wien; Professor Dr. J. **Schnitzler**, Wien; Dr. H. **Schrötter-Kristelli**, Wien; Dozent Dr. P. **Simon**, Berlin; Dozent Dr. B. **Spitzer**, Wien; Dr. L. **Spitzer**, Wien; Dr. E. **Steinschneider**, Wien; Professor Dr. O. **Walkhoff**, München; Dozent Dr. M. **Weinberger**, Wien

herausgegeben von

DR. JULIUS SCHEFF

o. ö. Professor i. R.

Vierte, vollständig neubearbeitete und vermehrte Auflage

I. BAND

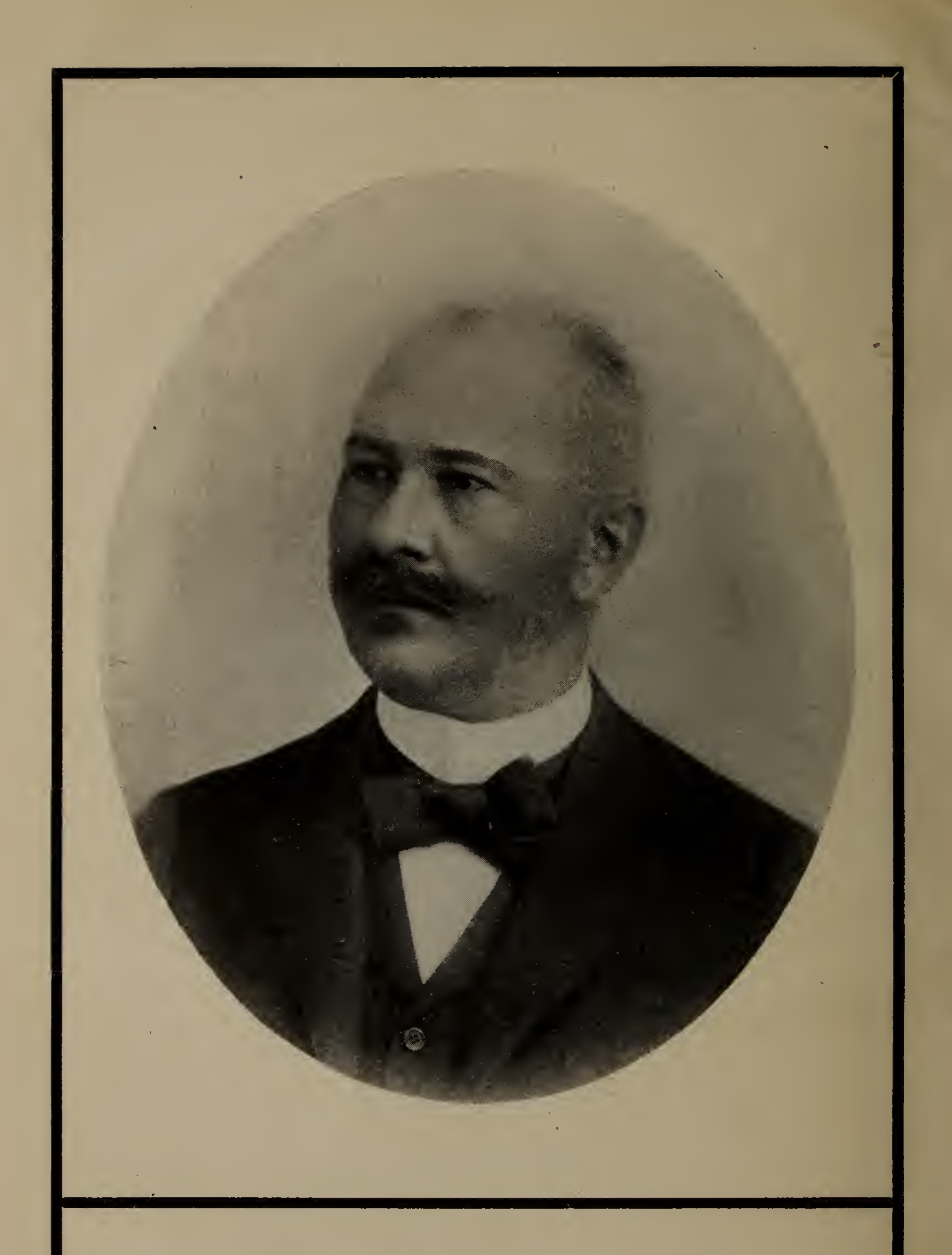
MIT 375 ORIGINALABBILDUNGEN

1922

HÖLDER-PICHLER-TEMPSKY A. G.
WIEN / G. FREYTAG G. M. B. H. / LEIPZIG

DRUCK VON FRIEDRICH JASPER IN WIEN



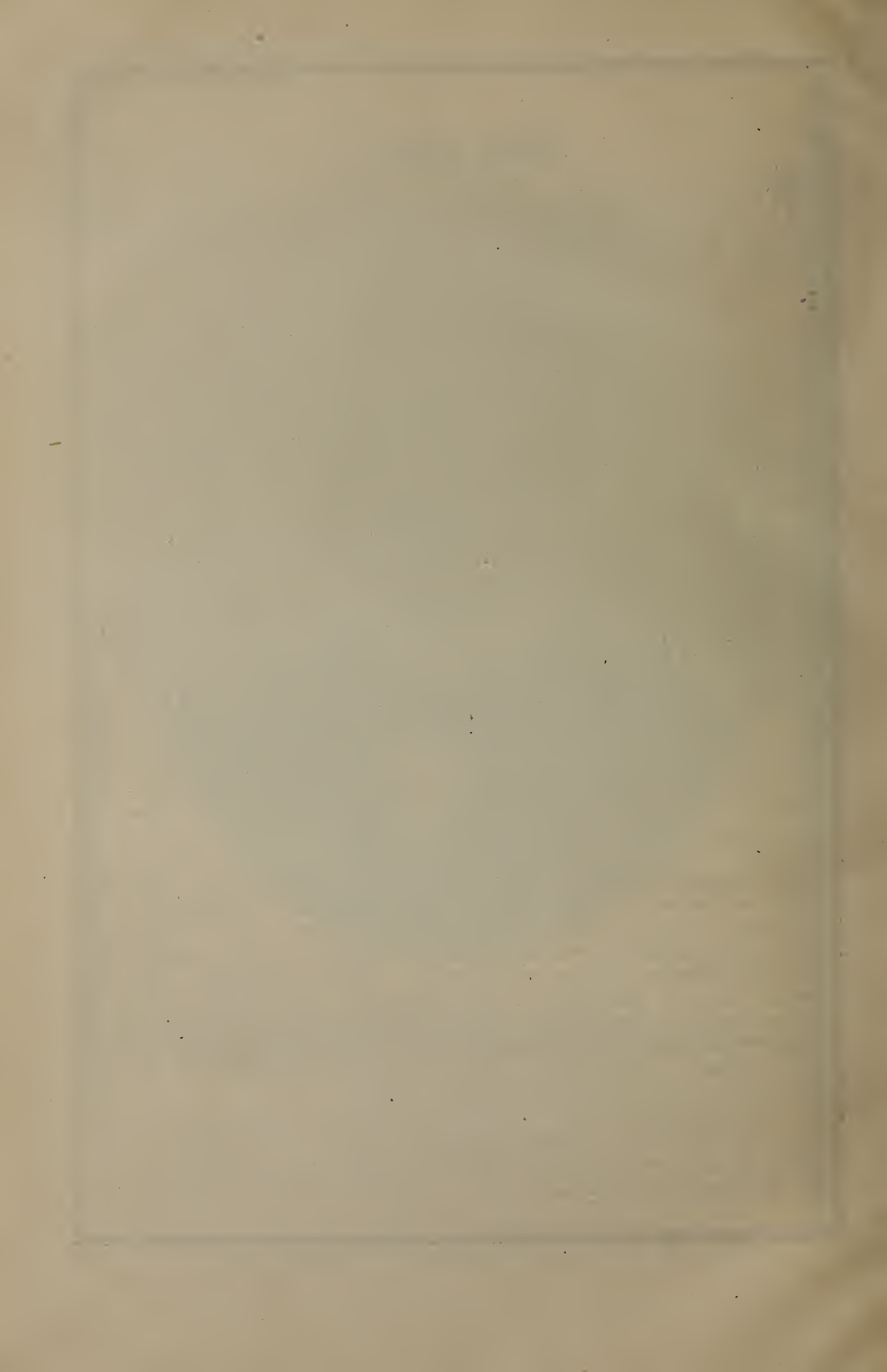


Julius Scheff †

Was uns sonst mit Stolz und Freude erfüllt hätte, das Erscheinen einer neuen, der 4. Auflage dieses Handbuches, hat sich jäh in tiefe Trauer verwandelt. Der Initiator dieses Standardwerkes, Julius Scheff, der in jeder Hinsicht aufrechte, kräftige Mann ist nach kurzer Krankheit im 76. Jahre seines unermüdlich tätigen Lebens verschieden.

1846 als zweiter Sohn eines biederen Landwundarztes in Werschetz im Banat geboren, kam Scheff nach Absolvierung des Gymnasiums in seiner Heimat zum Studium der Medizin nach Wien. Sofort nach seiner Promotion 1872 kam er zu seinem Oheim, dem Privatdozenten für Zahnheilkunde Dr. Michael Scheff, unter dessen strenger Führung und Leitung er den Grund für seine späteren wissenschaftlichen Arbeiten und für seine bald die des Oheims übertreffende, ausgebreitete Praxis legte. Die geradezu virtuose Kunst der Extraktion, die Julius Scheff bis in sein Alter in immer ungeminderter Kraft übte, war ein Erbstück von seinem Oheim und Lehrer. Mit unermüdlichem Fleiß und regstem Eifer wandte sich Scheff sofort wissenschaftlichen Problemen zu. Die Zahl seiner Arbeiten, deren Analyse und Würdigung wohl an anderen Stellen erfolgen dürfte, ist außerordentlich groß. Von der Dentition bis zur senilen Atrophie, von groben Anomalien bis zu den feinsten mikroskopischen Details, von der einfachen Anatomie bis zu vergleichenden, zoologischen Forschungen, blieb ihm nichts unbekannt, nichts von ihm unbearbeitet. Das Kunsthandwerk der Füllungen und die Erprobung neuer Arzneimittel ließ er sich in gleicher Weise angelegen sein. Am meisten Gewicht aber legte er — und das wird ihm für lange Zeit als großes Verdienst angerechnet werden müssen — auf die Ausbildung der jungen Zahnärzte. Sowohl in literarischer Hinsicht, und dafür ist dieses Handbuch, zu welchem er sich mit den hervorragendsten Fachgenossen verbunden hatte, ein dauerndes Merkmal, weiter durch Besprechung von Unterrichtsfragen auf medizinischen Kongressen, als auch endlich durch direkten klinisch-praktischen Unterricht. Dank seiner opfervollen, auch den eigenen Nachteil nicht scheuenden und gegen mannigfache Widerstände ankämpfenden Bemühung war es ihm nach manchen Jahren gelungen, ein Universitätsinstitut für Zahnheilkunde zu schaffen, ein Institut, welches, anfänglich in unzureichenden Räumen untergebracht, endlich durch seinen nimmermüden Eifer in großzügiger Weise ausgestattet, den Vergleich mit anderen ähnlichen Einrichtungen nicht zu scheuen hat. Julius Scheff habilitierte sich als Privatdozent, wurde dann Professor extraordinarius, endlich Ordinarius und hatte also auch in seiner Persönlichkeit der Zahnheilkunde den ihr gebührenden Platz verschafft.

Ein tadelloser Mann, streng und doch gut gegen seine Untergebenen, ein guter Familienvater und vor allem ein aufrichtiger, ehrlicher Freund! Sein Andenken wird fortleben bei allen, die ihn kannten, in der Wissenschaft und nicht zum mindesten in diesem Handbuche.



INHALT.

Makroskopische Anatomie.

Von

M. v. Lenhossék, Budapest.

I. Die Entwicklung des Gesichtes und der Mundhöhle.

1. Gesicht.

Wir wollen von einem Stadium ausgehen, wo ein Gesicht noch nicht angelegt ist. Es ist dies beim Menschen das Stadium von etwa 2·5 *mm* Länge. (Fig. 1.) Das kraniale, erweiterte Ende des Nervenrohres ist schon vollkommen geschlossen, es weist die Gliederung in die drei Hirnbläschen auf. Das Hirnrohr krümmt sich, von einer dünnen Mesenchymlage und dem Ektoderm überzogen, nach vorn um, wobei es zwei Vorsprünge bildet, mit seinem mittleren Bläschen den nach oben gewölbten Scheitelhöcker, mit seinem vorderen Bläschen den nach vorn gerichteten Stirnhöcker. Vom letzteren schlägt sich das Ektoderm ventral auf den ersten Kiemenbogen über, senkt sich aber dazwischen zu einer tiefen queren Bucht, der Mundbucht oder primitiven Mundhöhle, ein. Am Grunde dieser legen sich Ektoderm und Darmentoderm ohne Dazwischenkunft von Mesoderm (Keibel 1888) aneinander. Der Darm ist also ursprünglich kranial geschlossen, er endigt hier blind; die ihn von der Mundbucht trennende Platte ist die von Remak beschriebene Rachenhaut. Nach oben zu heftet sich diese, leicht verdickt, an der Schädelbasis an, die einstweilen durch ganz wenig Mesenchym dargestellt wird, nach unten am ersten Kiemenbogen. Vor dem dorsalen Ansatz findet sich in der oberen Wand

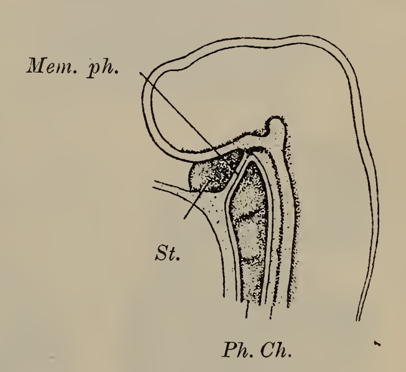


Fig. 1.

Längsschnitt durch das kraniale Ende eines 2·15 *mm* langen menschlichen Embryos mit noch bestehender Rachenhaut. Halbschematisch. Nach His-Lewis.

Mem. ph. Rachenhaut, *St.* Mundbucht (Stomodaeum), *Ch.* Chorda, *Ph.* Pharynx.

der ektodermalen Mundbucht eine kleine taschenförmige Einziehung, die Rathkesche Tasche, die erste Anlage des vorderen Hypophysenlappens, hinter der Rachenhaut ebenfalls eine kleine Einsenkung, die bedeutungslose, später schwindende Seesselsche (1877) Tasche.

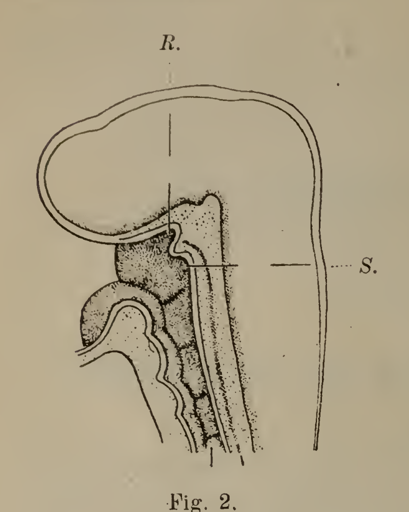


Fig. 2.
Schematisierter Längsschnitt durch das kraniale Ende eines 3·2 *mm* langen menschlichen Embryos. Nach His-Lewis.
R Rathkesche Tasche, *S* Seesselsche Tasche.

Bei dem 3 *mm* langen Embryo (Fig. 2) reißt die Rachenhaut durch und damit erhält das kraniale Darmende seine Mündung nach außen. Der trichterförmig erweiterte kranialste Abschnitt des Darms verschmilzt nun mit der Mundbucht zum Mundrachenraum, woraus später die sekundäre Mundhöhle, der Rachen und auch noch der unterste Teil der Nasenhöhle hervorgeht.

Wenn wir auf diesem oder auf einem etwas vorgerückteren Stadium den Kopf des Embryos von vorn betrachten (Fig. 3 *b*), so sehen wir die Mundbucht unmittelbar unter dem Vorderhirn als querlaufende weite Spalte, unten begrenzt durch den ersten Kiemenbogen, zu beiden Seiten durch zwei Wülste, die aus einer Wucherung des Mesenchyms des ersten Kiemenbogens hervorgegangen sind. Es sind das die Oberkieferwülste oder Oberkieferfortsätze. Der erste Kiemenbogen heißt auch Kiefer- oder Mandibularbogen, da die ganze Gegend des Unterkiefers aus ihm entsteht. Er weist zunächst in der Mitte eine tiefe Kerbe auf. Die Anlage des Untergesichtes geht also zeitlich derjenigen des Obergesichtes voraus.

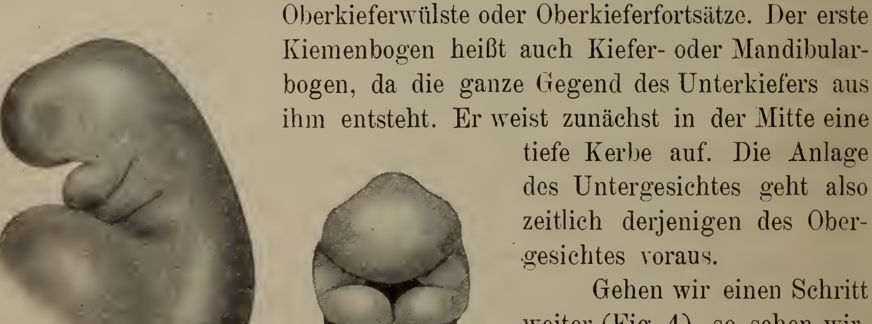


Fig. 3 *a* und *b*.
Kopf eines 2·5 *mm* langen menschlichen Embryos, *a* von der Seite, *b* von vorn.
Nach Rabl, Die Entwicklung des Gesichtes, Leipzig 1902.

Gehen wir einen Schritt weiter (Fig. 4), so sehen wir, daß sich nun auch ein Obergesicht herauszubilden beginnt, und zwar durch eine Vermehrung des Mesenchyms unter dem Vorderhirn. Es entsteht so ein breiter, schaufelförmiger Fortsatz, der sich

keilförmig zwischen die beiden vorhin erwähnten Oberkieferfortsätze schiebt, von ihnen jederseits durch eine schief von der Augenanlage zur Mundöffnung ziehende Furche, die Tränennasenfurche, getrennt. Der Fortsatz selbst heißt Stirnfortsatz, da er sich von der Stirngegend heruntersenkt. In seinem oberen Teil, der Area triangularis von His, einheitlich, wird er weiter unten durch die Nasengrübchen und die von deren unterem Ende zur Mundspalte ziehenden beiderseitigen Nasenfurchen (beim Menschen sind es keine ausgesprochenen Furchen, sondern nur leistenförmige Epitheleinsenkungen) in den unpaarigen mittleren Nasenfortsatz und die beiden seitlichen Nasenfortsätze getrennt. Ersterer endigt unten mit zwei durch einen breiten Einschnitt voneinander geschiedenen rundlichen, niedrigen Lappen, den Processus globulares von His. Bezüglich der seitlichen Nasenfortsätze ist zu bemerken, daß sie in senkrechter Richtung kürzer sind als der mittlere Fortsatz; sie reichen nicht bis zur Mundspalte herunter. Unter ihnen schiebt sich jederseits der Oberkieferfortsatz bis an den mittleren Nasenfortsatz heran, um mit ihm zusammen die Mundspalte nach oben zu begrenzen.

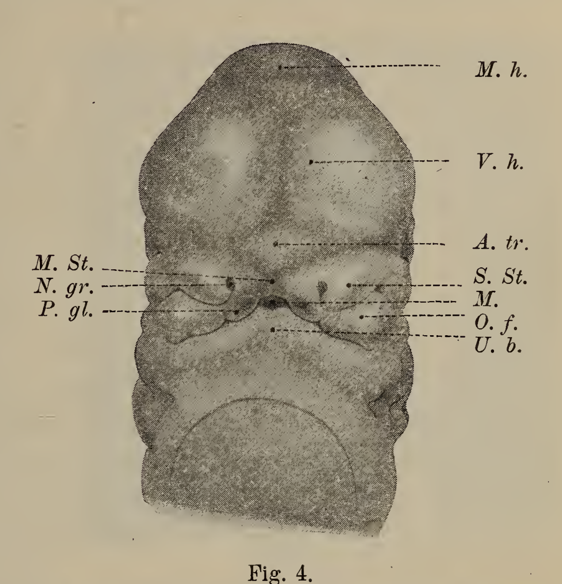


Fig. 4.
Kopf eines menschlichen Embryos von 11·3 *mm* Nackensteißlänge, 30 bis 31 Tage, von vorn.
M. h. Mittelhirn (Scheitelhöcker), *V. h.* Vorderhirn (Stirnhöcker), *A. tr.* Area triangularis, *M. St.* mittlerer Stirnfortsatz, *P. gl.* Processus globularis, *S. St.* seitlicher Stirnfortsatz, *N. gr.* Nasengrübchen, *M.* Mundöffnung, *O. f.* Oberkieferfortsatz, *U. b.* Unterkieferbogen (erster Kiemenbogen). Nach Rabl.

Zum Verständnis der weiteren Vorgänge ist es notwendig, unsere Aufmerksamkeit der Bildung der Nasenhöhle zuzuwenden. Schon Anfang der dritten Woche leitet sich diese ein durch eine paarige kreisförmige flache Ektodermverdickung; es sind das die Riechfelder oder Riechplakoden. Anfangs zu beiden Seiten am Stirnwulst vor dem Gehirn gelegen, gelangen sie bei der Bildung des Stirnfortsatzes auf diesen. Durch Aufwulstung ihrer Ränder vertiefen sie sich beim 10 *mm* langen Embryo (30.—31. Tag) zu den Riechgrübchen, die nach unten birnförmig verjüngt in die vorhin erwähnten Nasenfurchen übergehen, wodurch die Trennung der beiden Nasenfortsätze bewirkt wird. Bald senkt sich jede Riechgrube in der Richtung nach hinten und unten zu je einem

tiefen Blindsack ein. Man kann jetzt schon von primitiven Nasenhöhlen und einer dazwischen befindlichen Nasenscheidewand, einer Bildung des mittleren Nasenfortsatzes, reden; an letzterer macht sich frühzeitig, schon beim 15 *mm* langen Embryo, die erste Anlage des Jacobsonschen Organs als schmale Rinne der medialen Nasenhöhlenwand erkennbar. Am Grunde des Riechsäckchens trennt eine dünne, nur aus den beiden Ektodermlagen bestehende Lamelle die primitive Nasenhöhle von der Mundbucht; es ist dies der primitive Gaumen oder die Membrana bucco-nasalis (Hochstetter). Die Membran reißt aber bald durch und jetzt kommunizieren die Nasensäckchen mit der Mundbucht durch zuerst rundliche, dann schlitzförmige, längliche, sagittal gestellte Öffnungen, die primitiven Choanen. Diese erweitern sich bald in dem Maße, daß primitive Nasenhöhle und Mundbucht ohne scharfe Grenze zu einem einheitlichen Raum, der Mundrachennasenhöhle, zusammenfließen. Zwischen den primitiven Choanen ragt mit freiem unterem Rand die Nasenscheidewand herunter.

Inzwischen sind am Gesicht auch äußerlich gewisse Veränderungen eingetreten. Die Nasenlöcher haben sich zu kleinen, verhältnismäßig weit auseinander stehenden Öffnungen verengt, über ihnen hat sich als quer verlaufende Kante, vom Gehirn durch eine quere Furche getrennt, die Anlage der äußeren Nase bemerkbar gemacht. Durch Hervortreten der Kante gelangen die Nasenlöcher an ihre untere Seite; damit grenzt sich auch eine Oberlippe von der Nase ab. Bald füllt sich auch die Kerbe zwischen den Processus globulares durch Substanzvermehrung von oben aus, indem die Pars infranasalis des mittleren Nasenfortsatzes zwischen sie hinunterwächst. Nasenrinne und Tränennasenfurche verstreichen, das ganze Obergesicht gewinnt an Höhe.

Bevor wir die weiteren Stadien der Ausbildung des Gesichtes verfolgen, wollen wir am vollentwickelten Gesicht die Gebiete der einzelnen im obigen geschilderten embryonalen Fortsätze abgrenzen. Daß dies mit ziemlicher Sicherheit möglich ist (Fig. 5), ist nicht nur der genauen Verfolgung der Gesichtsbildung zu verdanken, sondern zu gleichem Anteil auch dem Umstande, daß sich diese Grenzen in abnormen Fällen als Spaltbildungen des Gesichtes infolge unterbliebener Verwachsung der Fortsätze kundgeben. Die äußere Nase geht in ihrer Gesamtheit aus dem Stirnfortsatz hervor, ihr Rücken, ihre Spitze und ihre Scheidewand aus dem mittleren Nasenfortsatz, ihre Seitenwand mit den Nasenflügeln aus dem seitlichen Nasenfortsatz. Auch der medialste Teil der Wangengegend ist auf letzteren zurückzuführen. Die seitliche Grenze gegen den Oberkieferfortsatz läßt sich durch eine schiefe Linie bezeichnen, die vom medialen Viertel des unteren Augenlides zur Nasenflügelfurche gezogen wird. Die seitlichen Teile der Wange bis zur Mundlinie hinab sind das Produkt des Oberkieferfortsatzes.

Die Oberlippe entwickelt sich in ihrem mittleren Gebiet aus dem mittleren Nasenfortsatz, und zwar in der Mitte aus der Area infranasalis, etwas mehr lateral aus den Processus globulares, in ihrem seitlichsten Abschnitt aus dem Oberkieferfortsatz; der seitliche Nasenfortsatz hat an ihrer Bildung keinen Anteil. Von der Mundspalte ist noch zu erwähnen, daß sie beim Embryo verhältnismäßig viel weiter ist als später und sich erst allmählich durch Verwachsung ihrer Ränder von der Seite her zu ihrem späteren Umfang verkleinert. Der erste Kiemenbogen endlich liefert das ganze Gebiet des Unterkiefers einschließlich der Unterlippe und des unter der Mundlinie gelegenen unteren Abschnittes der Wange. Die Kerbe, die der Mandibularbogen beim jungen Embryo am freien Rande in der Mitte erkennen läßt, schwindet frühzeitig.



Fig. 5.
Gesicht mit eingetragenen Grenzen der embryonalen Gesichtsfortsätze. (Altrömische Porträtbüste aus dem Römischen Nationalmuseum.)

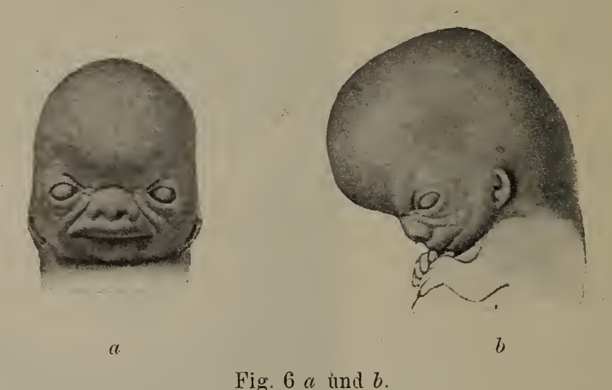
Als Entwicklungshemmung bleiben manchmal aus den geschilderten Embryonalstadien Spaltbildungen des Gesichtes und des Oberkiefers zurück, indem die Gesichtsfortsätze nicht nur nicht zu voller Vereinigung gelangen, sondern die sie trennenden Furchen noch tiefer eingreifen. So entsteht die schiefe Gesichtsspalte an der oberen Grenze des Oberkieferfortsatzes, die quere Wangenspalte und die Makrostomie an ihrer unteren Grenze, die Hasenscharte und seitliche Kieferspalte durch das Unterbleiben der Vereinigung oder durch mangelhaften Zusammenschluß des letztgenannten Fortsatzes mit dem mittleren Nasenfortsatz. Bleibt der Zwischenraum zwischen den Processus globulares unausgefüllt, so ist die Oberlippe in der Mitte gespalten.

Zur Illustrierung der weiteren fetalen Ausgestaltung des Gesichtes geben wir einige Figuren aus der einschlägigen Arbeit von Retzius[1] wieder. Diese Bilder verdienen schon aus dem Grunde besondere Beachtung, weil es uns aus deren Betrachtung wahrscheinlich wird, daß gewisse von der Norm abweichende Gestaltungen des Gesichtes und der Gesichtszüge, auch gewisse Anomalien des Unterkiefers und der Okklusien der Zahnreihen,

[1] G. Retzius, Biologische Untersuchungen. Neue Folge, XI, Stockholm-Jena 1904.

als Stillstand der Gesichtsbildung auf fetaler Stufe aufgefaßt werden dürfen.

Die Figuren 6 *a* und *b* stellen den Kopf eines 25 *mm* langen, acht Wochen alten Fetus dar. Wir sehen ein auffallend breites, niedriges, viereckiges Gesicht, das unten wie quer abgeschnitten endigt. Die Augen stehen weit auseinander, sie sind noch offen, da die Bildung der Augenlider eben erst begonnen hat. Die Nase erscheint als breiter, niedriger Wulst, oben durch eine tiefe Furche gegen die stark hervorstehende Stirn abgesetzt. Nach außen von der Nase ziehen jederseits zwei schiefe Parallelfurchen, die Nasolabial- und Suborbitalfurche, herunter. Die Mundöffnung ist auffallend weit. Die Ohrmuschel ist noch unvollkommen entwickelt, sie sitzt



a *b*

Fig. 6 *a* und *b*.

Kopf eines 25 *mm* langen, acht Wochen alten Fetus von vorn und von der Seite. Nach Retzius.

verhältnismäßig tief. Das Profilbild zeigt einen stark zurückstehenden Unterkiefer; von einem Kinn ist noch keine Spur vorhanden.

Beim 42·5 *mm* langen, neun bis zehn Wochen alten Fetus (Fig. 7 *a* und *b*) ist das Gesicht immer noch breit, verschmälert sich aber doch schon etwas nach unten. Die Augen stehen noch in weitem Abstand voneinander, die Augenlider sind noch nicht zum Verschluß gekommen. Die Mundspalte erscheint schon etwas kleiner. Aus dem Nasenloch ragen Epithelwucherungen hervor, die mit merkwürdigen, x-förmig gekreuzten Epithelleisten am Mittelstück der Oberlippe zusammenhängen. Das Gesicht zeigt einen ausgesprochen »mongoloiden« Typus. Auffallend ist die Änderung im Verhalten des Unterkiefers; dieser steht bei der Profilbetrachtung nicht mehr zurück, sondern im Gegenteil etwas vor im Verhältnis zum Oberkiefer; es ist also »Progenie« vorhanden. Doch ist dies ein sehr vorübergehendes Verhalten.

Die Figuren 8 *a* und *b* vergegenwärtigen uns den Kopf eines um etwa einen Monat älteren, 115 *mm* langen Fetus. Die Lider sind schon geschlossen, die Nase erscheint schon beträchtlich höher, ist aber immer noch stark

stumpf zu nennen; die Stumpfnase des Erwachsenen kennzeichnet sich nach diesen Bildern entschieden als embryonale Form. Am meisten fällt aber

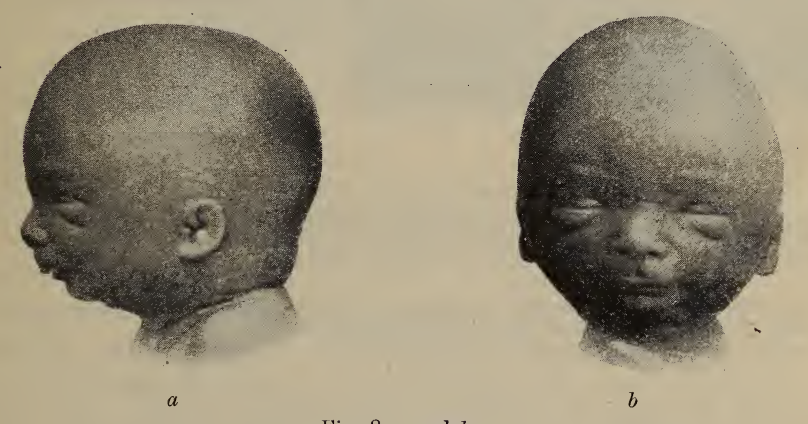


a *b*

Fig. 7 *a* und *b*.

Kopf eines 45 5 *mm* langen, neun bis zehn Wochen alten Fetus von vorn und von der Seite. Nach Retzius.

die sehr rückständige Entwicklung des Unterkiefers auf; dieser erweist sich bei der Profilansicht als viel zu klein für das Gesicht, eine Form, die uns gar nicht so selten als Abnormität auch bei Erwachsenen entgegentritt



a *b*

Fig. 8 *a* und *b*.

Kopf eines 115 *mm* langen Fetus von vorn und von der Seite. Nach Retzius.

(Mikrogenie, Opisthogenie[1]). Das Zurückstehen des Unterkiefers wird noch ausgesprochener im nächsten (fünften) Monat. Erst in der zweiten Hälfte

---

[1] Siehe Peckert, Die Mißbildungen des Gebisses in E. Schwalbes Morphologie der Mißbildungen der Menschen und der Tiere. Jena 1911.

der Schwangerschaft holt der Unterkiefer allmählich in seinem Wachstum den Oberkiefer so weit ein, daß beide bei seitlicher Betrachtung in eine Senkrechte fallen.

2. Die Bildung des Gaumens.

Die primäre Mundhöhle umfaßt ein größeres Gebiet als die definitive. Letztere entsteht dadurch, daß sich in der primären Mundhöhle eine quere Scheidewand ausbildet, die aus ihr ein oberes Stockwerk abtrennt. Diese Scheidewand ist der Gaumen; der abgetrennte Raum der Mundbucht wird zu den Riechsäckchen zugeschlagen und bildet mit ihnen zusammen die sekundäre oder definitive Nasenhöhle, während der verbleibende untere Hauptteil die endgültige oder sekundäre Mundhöhle darstellt. Der Gaumen ist eine bilaterale Bildung. Er entwickelt sich in der Weise, daß von der inneren Oberfläche der Oberkieferfortsätze vom mittleren Nasenfortsatz an bis nahe an die hintere Rachenwand auf jeder Seite ein leistenförmiger Vorsprung hervorgeht. Diese Vorsprünge, die Gaumenleisten, wachsen von den Seiten her einander entgegen und vereinigen sich schließlich in der Mittellinie in einer als mediane Leiste (Raphe palati) teilweise auch später sichtbaren Naht. Zuerst aber richten sich diese Fortsätze nicht nach innen, sondern senkrecht nach unten (Fig. 9). Zwischen ihnen wölbt sich hoch hinauf der inzwischen entstandene Zungenwulst, so daß es zunächst nicht einzusehen ist, wie da die beiden Gaumenplatten zusammentreffen sollen. Das Hindernis wird aber bald durch gewisse Wachstumsverschiebungen beseitigt, indem der Unterkieferbogen nach vorn wächst.

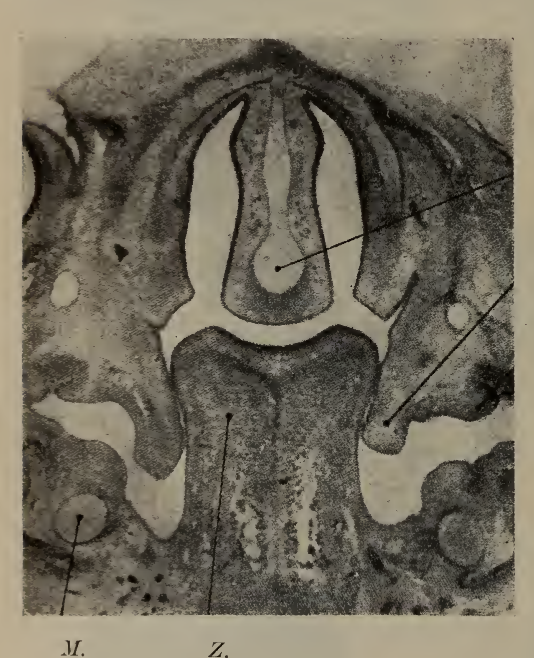


Fig. 9.

Senkrechter Schnitt durch den Kopf eines sehr jungen menschlichen Embryos. Die Gaumenfortsätze sind noch schräg nach unten gerichtet, zwischen ihnen wölbt sich, fast bis zur Nasenscheidewand, die Zunge empor.

G. Gaumenfortsatz, *A.* Pseudoalveolarleiste, *N.* Nasenscheidewand, *Z.* Zunge, *M.* Meckelscher Knorpel. Nach Sicher, Zeitschrift für angewandte Anatomie und Konstitutionslehre Bd. I, S. 251.

wodurch sich der Zungenrücken allmählich vom Dach der Mundhöhle entfernt und so den Raum für die Gaumenbildung freigibt (Pözl 1904). Hand in Hand damit nehmen die Gaumenplatten eine horizontale Richtung an (Fig. 10), nicht etwa durch einfaches Aufklappen, sondern durch entsprechend lokalisierte einseitige Wachstumsvorgänge (Sicher 1914). Ihre einander zuwachsenden freien Ränder fassen ein nach hinten offenes V zusammen; in der Nähe ihres hinteren Endes bezeichnet jederseits ein nach innen vorspringender eckiger Absatz die Bildungsstelle des späteren Zäpfchens; da-

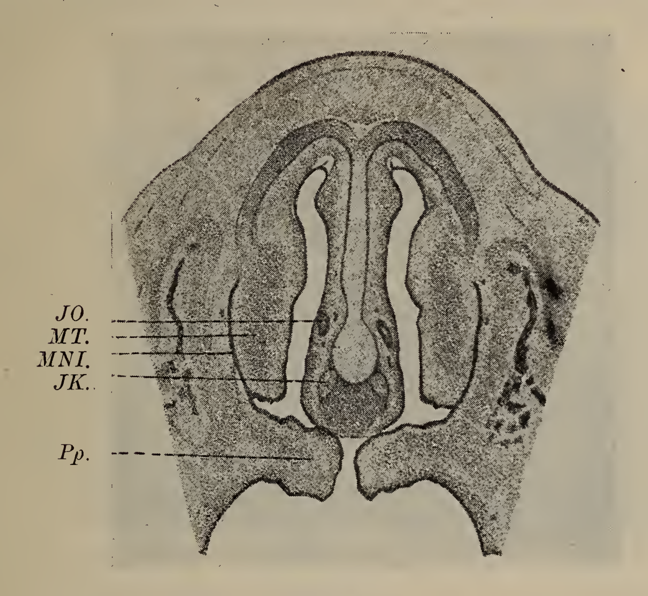


Fig. 10.

Schnitt durch die Nasenhöhle und das Munddach eines menschlichen Embryos von 28 *mm* Länge. *JO.* Jacobsonsches Organ, *JK.* Jacobsonscher Knorpel, *MNI.* Meatus narium inferior, *MT.* untere Nasenmuschel (Maxilloturbinale), *Pp.* Processus palatini. Nach Peter.

hinter endigen die Gaumenleisten mit allmählich niedriger werdenden und verstreichenden Falten (Fig. 11). In der neunten bis zehnten Woche vereinigen sich nun die Gaumenplatten in der Richtung von vorn nach hinten (Fig. 12); in der elften bis zwölften Woche ist ihre Verwachsung schon bis zur Stelle des späteren weichen Gaumens gediehen, in der dreizehnten ist sie vollendet, auch das Zäpfchen schon gebildet, wenn auch noch an seinem Ende eingekerbt. Der letzte niedrige Teil der Gaumenleiste bleibt aus der Vereinigung ausgeschlossen, diese beiden Falten bilden die Plicae palatopharyngeae. Da die Gaumenplatten nicht bis zur hinteren Wand des Mundrachenraumes reichen, bleibt hinter ihrem freien Ende die sekundäre Mundhöhle mit dem zur Nasenhöhle hinzugeschlagenen Teil, dem Ductus

nasopharyngeus, in offener Verbindung. Erst jetzt, nach erfolgter Vereinigung der Gaumenplatten, verwächst mit dem Gaumen von oben die Nasenscheidewand. Reste des bei den Verwachsungsvorgängen zugrunde gehenden Epithels bleiben oft als Epithelperlen und Epithelstränge in der Mediangegend des Gaumens zurück.

Vorn vereinigen sich die Gaumenplatten nur unvollkommen mit dem mittleren Nasenfortsatz, es bleibt zwischen beiden ein Epithelstrang ausgespart, der später durch Kanalisierung den Stensonschen Gang oder Canalis incisivus bildet; an seiner unteren Mündung einfach, wird er oben

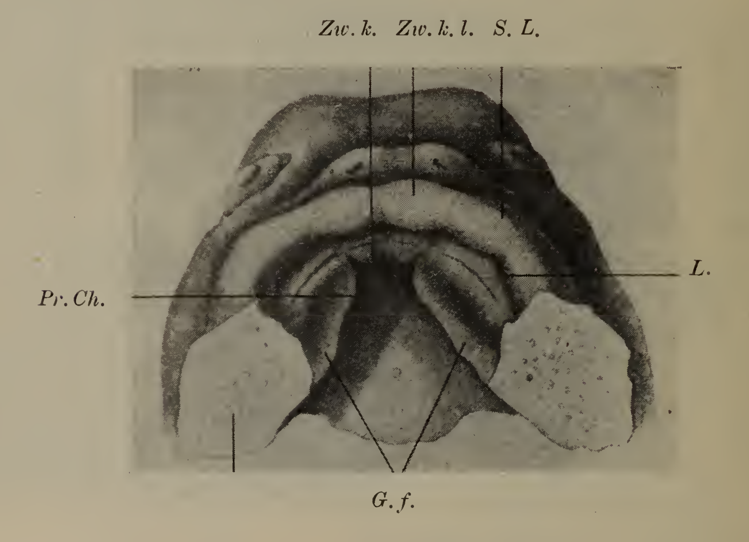


Fig. 11.

Kopf eines menschlichen Embryos aus der siebenten Woche nach His. Bildung des Gaumens; die Gaumenplatten stehen noch weit auseinander; man sieht zwischen ihnen in die primitive Nasenhöhle und auf die primitiven Choanen.

G. f. Gaumenfortsätze, *L.* Lippenfurche, *Zw. k.* Zwischenkiefer, *Zw. k. l.* Zwischenkieferlippe, *S. L.* seitliche Lippe, *Pr. Ch.* primitive Choane.

durch die herabwachsende Scheidewand der Nasenhöhle in zwei Öffnungen geteilt. Der Canalis incisivus ist beim Menschen keine dauerhafte Bildung, er füllt sich bald unter Schwund des Epithels mit Blutgefäßen, Nerven und Bindegewebe aus und erscheint nur mehr am mazerierten Knochen als offener Kanal. Es spielen sich aber in diesem ganzen Entwicklungsgang in Verbindung auch mit der Entstehung der Papilla palatina ziemlich komplizierte Vorgänge ab, über die in den Mitteilungen von Inouye[1] und

[1] Michio Inouye, Die Entwicklung des sekundären Gaumens einiger Säugetiere usw. Anatomische Hefte Bd. 46, 1912, S. 1.

Peter[1] das Genauere nachzulesen ist. Das Septum narium ist in seiner Gesamtheit eine Bildung des mittleren Nasenfortsatzes; anfangs reicht es nicht bis zur Ebene des Gaumens herunter, besonders steht es hinten hoch über diesem. Allmählich senkt es sich aber und verbindet sich in der Mittellinie mit der vorderen Hälfte des Gaumens.

Gegen Ende des zweiten Monats verknöchert dann der vordere Teil des Gaumens, womit die Trennung des harten und weichen Gaumens festgelegt ist. Bald nach dem Schluß des Gaumens erscheinen in dessen vorderem Gebiet die Rugae palatinae, aus Epithel und Bindegewebe bestehende quere, an ihren hinteren Rändern mit kleinen, fransenähnlichen Fortsätzen versehene Leisten, fünf bis sieben an der Zahl, die schon vor der Geburt den Höhepunkt ihrer Entwicklung überschritten haben. Immerhin sind sie noch beim Neugeborenen stark entwickelt und bilden sich erst im späteren Leben mehr oder weniger vollkommen zurück.

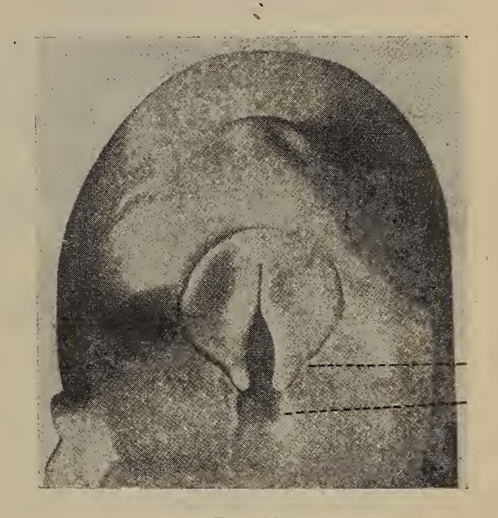


Fig. 12.
Gaumen eines 28 *mm* langen, 60 Tage alten Embryos. Die vordere Hälfte der Gaumenplatten ist schon zur Vereinigung gelangt, doch ist die Naht noch sichtbar. Nach Peter. (Anatomischer Anzeiger 1911, S. 65.)

Der der primären Mundhöhle entstammende untere Teil der Nasenhöhle — das Gebiet des späteren unteren Nasenganges — wird im dritten bis fünften Monat durch eine Epithelmasse ausgefüllt, nicht durch abgestoßenes, sondern mit seiner Unterlage noch in Verbindung stehendes Epithel. Dieser schon von Kölliker im Jahre 1879 beschriebene Zellpfropf ragt auch aus dem äußeren Nasenloch etwas hervor. Erst nach dem fünften Monat erhält der unterste Abschnitt der Nasenhöhle mitsamt dem Nasenloch seine Lichtung.

Versuchen wir es, an der entwickelten Nasenhöhle die Grenze zwischen dem aus dem Riechsäckchen entstandenen und dem von seiten der Mundbucht hinzugekommenen Teil, mit anderen Worten die Ebene der einstmaligen primären Choanen festzustellen, so gelangen wir zu der sogenannten Schwalbeschen Linie. Sie läuft von dem Winkel zwischen vorderer und

[1] K. Peter, Atlas der Entwicklung der Nase und des Gaumens beim Menschen. Jena 1913. — Derselbe, Die Entwicklung der Papilla palatina beim Menschen. Anatomischer Anzeiger Bd. 46, 1914, S. 33.

unterer Fläche des Keilbeinkörpers, dem sogenannten Promontorium sphenoidale, schief nach vorn-unten zum Eingang des Canalis incisivus; was darunter liegt, gehörte ursprünglich zum Mundrachenraum. Freilich müssen wir gleich hinzusetzen, daß diese Grenzbestimmung nur von annähernder Richtigkeit ist. Die Linie schneidet nämlich die untere Nasenmuschel und teilt so deren hintersten Teil dem aus der Mundbucht entstandenen Nasenhöhlengebiet zu, während in Wirklichkeit diese Muschel in ihrer Gesamtheit aus der Wandung des Riechsäckchens hervorgeht; dasselbe gilt auch für die unter die Schwalbesche Linie fallende Abteilung der Scheidewand.

Eine Hemmung im Ablauf der geschilderten Entwicklungsvorgänge ruft die Spaltbildung am Gaumen hervor, doch liegt, wie besonders Peter und E. Schwalbe hervorgehoben haben, die Sache nicht immer so einfach, daß die embryonalen Zustände unverändert erhalten bleiben. Die Teile wachsen in der späteren Entwicklung und verändern sich, und damit greifen oft tiefgehende Umgestaltungen des ursprünglichen Bildes ein, so daß die Mißbildungen des Gaumens nicht immer restlos aus den embryonalen Vorgängen als Stillstand auf einer bestimmten Entwicklungsstufe erklärt werden können.

3. Die Bildung der Lippen.

Die Art und Weise, wie sich die Lippen beim Embryo gegen das Dach beziehungsweise den Boden der Mundhöhle absetzen und als selbständige Bildungen in die Erscheinung treten, ist besonders durch Röse[1] und Bolk[2] aufgeklärt worden.

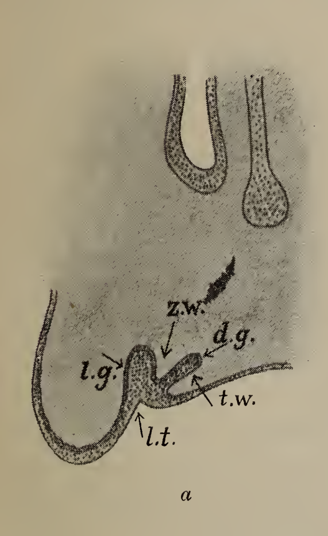
Nach der Schilderung des letzteren (Fig. 13) leitet sich der Vorgang durch die Bildung einer seichten Furche ein, die hinter dem Mundrand mit diesem parallel bogenförmig verläuft und von Bolk als Labiò-tektalfurche oder Lippengaumenfurche (tectum = Dach) bezeichnet wird, eine Bezeichnung, die allerdings nur für den Oberkiefer Anwendung finden kann; nennen wir sie primäre Vestibularfurche. In der Medianlinie bleibt die Vertiefung oben wie unten aus, was Anlaß zur ersten Anlage des Frenulum labiorum gibt. Am Grunde der Furche sendet das Epithel zwei leistenförmige Fortsetzungen in die Tiefe: in senkrechter Richtung die »Vestibularleiste« oder Lippenfurchenleiste, von derselben Stelle ausgehend, aber schief nach hinten gerichtet die »Dentogingivalleiste«, von Bolk so benannt, weil sie in der Folge nicht nur die epithelialen Zahnanlagen, sondern auch das ganze Epithel des Zahnfleisches aus sich hervorgehen läßt.

---

[1] C. Röse, Über die Entwicklung der Zähne des Menschen. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 38, 1891.

[2] L. Bolk, Über die Gaumenentwicklung und die Bedeutung der oberen Zahnleiste beim Menschen. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie Bd. 14, 1912, S. 241.

Als weiterer Schritt zeigt sich, daß sich vom Grunde der Furche durch Vermehrung des Mesenchyms eine wallartige Bildung erhebt, die die Wände der ersten Furche auseinander drängt und die mit dem schon lange bekannten Zahn- oder Alveolarwall identisch ist. Aus der primären Furche sind jetzt zwei Furchen geworden. Die vordere, die sich durch Spaltung der sich an sie anschließenden vorderen Epithelleiste vertieft, ist die definitive Vestibularfurche, das heißt der Sulcus labio- beziehungsweise buccogingivalis, die hintere nennt Bolk »innere Alveolarfurche«; man



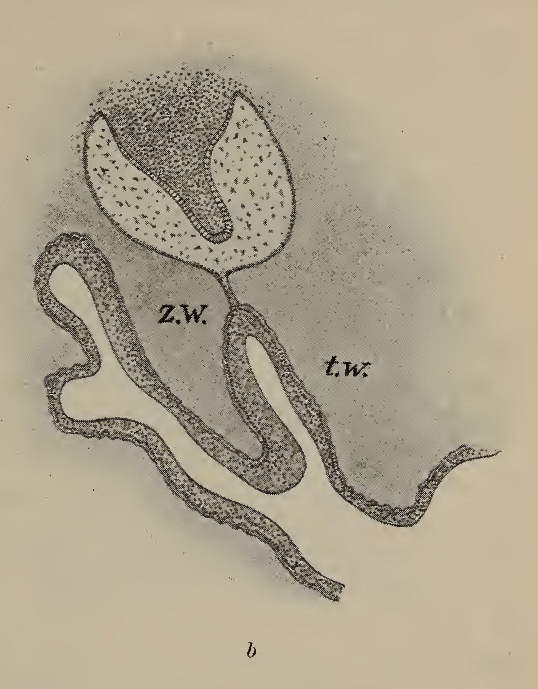


Fig. 13 *a* und *b*.

Bildung der Lippen und des Processus alveolaris, nach Bolk. *a* menschlicher Embryo von 35 *mm* Länge, *b* Fetus aus der zweiten Hälfte des fünften Monats. Senkrechte Durchschnitte durch den Oberkiefer. *l. t.* Labiotektalfurche, *t. w.* Tektalwulst (wulstförmige Verdickung des peripherischen Teiles des Gaumens), *l. g.* Lippengaumenfurche, *z. w.* Zahnwall, *d. g.* Dentogingivalfurche.

kann sie aber ebensogut mit Röse Zahnfurche oder Zahnleistenfurche nennen, da sie der Ausgangsstelle der Zahnleiste vom Mundepithel entspricht. Die Epithelzellen der ursprünglichen Gingivodentalleiste sind nämlich teils zur Epithelbedeckung des Alveolarwalles verbraucht, teils als Zahnleiste auf den hinteren Rand des Alveolarwalles verlagert worden. Im späteren Molargebiet des Oberkiefers geht dem Alveolarwall die Bildung eines seiner Bedeutung nach unbekannten, nach innen durch eine Furche deutlich abgegrenzten Wulstes voraus, den Bolk Pseudoalveolarwall nennt; er wird später in die Bildung des Gaumens aufgenommen.

4. Die Entwicklung der Zunge.

Die Zunge entsteht nach den Untersuchungen von Dursy (1869), His (1885), Hammar (1902), Kallius (1902, 1912) u. a. am Boden der Mundhöhle aus einer Wucherung des Mesenchyms. Die dadurch entstehende, vom Epithel bedeckte Erhöhung ist aber in ihrer ersten Entwicklung nicht einheitlich. Man hat zunächst eine vordere und hintere Zungenanlage zu unterscheiden, die erst nachträglich zu einem gemeinsamen Körper zusammentreten. Die Grenze zwischen beiden prägt sich auch an der entwickelten Zunge sehr scharf als V-förmiger Sulcus terminalis aus, mit dem nur beim Menschen vorkommenden Foramen coecum (Abschnürungsstelle der Schilddrüsenanlage vom Mundbodenepithel) an der Spitze. Beteiligt sind an der Herstellung der beiden Zungenanlagen die der Mundhöhle zugekehrten Seiten des ersten, zweiten und vielleicht auch des dritten Kiemen- oder Schlundbogens samt ihrem unpaaren mittleren Verbindungsstück, der Copula.

Die vordere Anlage (Fig. 14) besteht ihrerseits wieder bei sehr jungen Embryonen aus drei gesonderten Höckern: zwei seitlichen, die dem ersten Kiemenbogenpaar angehören, und einer unpaaren mittleren rundlichen Hervorragung, dem Tuberculum impar von His. Letzteres liegt, schon beim 3 *mm* langen Embryo sichtbar, im Zwischenraum zwischen den medialen Enden der ersten und zweiten Kiemenbogenpaare, ist aber nach Grosser (1911) seiner Entstehung nach ebenfalls auf den ersten Kiemenbogen zurückzuführen. His hatte diesem Tuberculum eine sehr große Bedeutung für die Bildung der Zunge zugeschrieben, ja er ließ die ganze vordere Zungenanlage, also den gesamten Zungenkörper samt Spitze, aus ihm allein hervorgehen. Die Untersuchungen Hammars (1901) haben die Bedeutung des Tuberculums auf ein sehr geringes Maß zurückgeführt. Er kam zu dem Ergebnis, daß es eine Bildung transitorischer Art sei, die sich höchstens in einem ganz beschränkten Gebiet vor dem Foramen coecum am Aufbau des Zungenkörpers beteilige. Ja neuerdings wird das Tuberculum impar von mancher Seite als überhaupt bedeutungslos für die Zungenbildung hingestellt, es soll mehr zu der Entwicklung der Schilddrüse in Beziehung stehen, daher es auch als Tuberculum thyreoideum bezeichnet wird. Nach den jüngsten Untersuchungen von Kallius[1] über die Zungenentwicklung beim Schwein scheint aber wenigstens bei diesem Tier das Tuberculum impar doch nicht so ganz unwesentlich für die Zungenbildung zu sein; der genannte Forscher bezeichnet ein nicht unansehnliches, vorn zugespitztes dreieckiges Gebiet am Zungenrücken vor der Linea terminalis als Derivat des Tuberculums. Die vordere Grenze dieses Gebietes stellt nach Kallius auch die Grenze zwischen dem ektodermalen und ento-

[1] E. Kallius, Beiträge zur Entwicklung der Zunge. III. Teil. Anatomische Hefte Bd. 41, 1912, S. 177.

dermalen Teil des Mundbodenepithels dar, mit anderen Worten die Linie, längs der wir uns, auf die fertigen Verhältnisse bezogen, den Ansatz der einstigen Rachenmembran vorzustellen haben; ihre dorsale Ansatzstelle entspricht dem Rachengewölbe. Interessant sind die Formveränderungen, die das Tuberculum impar beim Schwein während der Zungenentwicklung erfährt; es treibt vorübergehend Fortsätze nach den Seiten und tritt in der Medianlinie leistenartig nach oben hervor, um schließlich völlig mit den paarigen vorderen Wülsten zu verschmelzen.

Die hintere Anlage ist ebenfalls paarig; ihre Bildung geht nach Hammar ausschließlich auf die ventralen Teile des zweiten Kiemenbogenpaares zurück, während His, Born und Kallius auch den dritten Kiemenbogen mit einem sehr geringen Anteil an ihr beteiligt sein lassen.

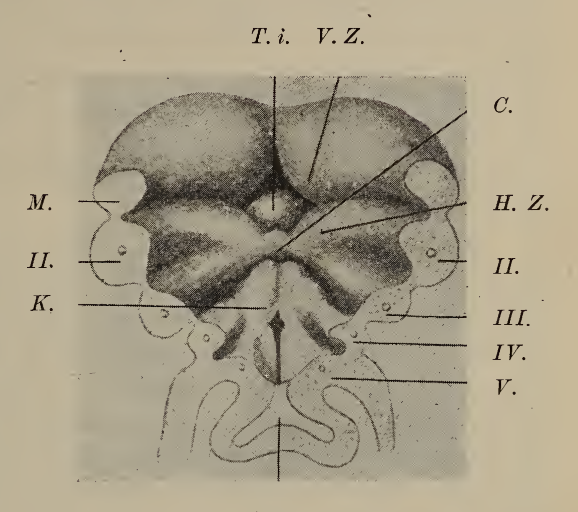


Fig. 14.

Mundboden eines vierwöchigen menschlichen Embryos, von der Mundhöhle her betrachtet.

T. i. Tuberculum impar, *V. Z.* vordere Zungenanlage, *C.* Copula, *H. Z.* hintere Zungenanlage, *K.* Kehlkopf, *M.* Mandibularbogen, *II.—V.* 2.—5. Kiemenbogen. Nach His.

Die Zungenpapillen machen sich zu Anfang des dritten Fetalmonats als zapfenartige Erhebungen des Mesenchyms und des darüberliegenden Epithels bemerkbar. Die Papillae fungiformes und filiformes sind anfangs nicht voneinander zu unterscheiden, nach einiger Zeit differenzieren sich die beiden Gattungen. Die etwas später, am Ende des dritten Monats erscheinenden umwallten Papillen haben einen etwas anderen Entwicklungsgang; ihre erste Anlage besteht nicht in Vorsprüngen der Zungenschleimhaut, sondern in zylindrischen, manschettenförmigen Einsenkungen des Epithels unter die Oberfläche. Im vierten Monat entsteht eine Spalte im eingestülpten Epithel, dieses weicht in zwei Blätter auseinander, womit der Wallgraben und die von ihm umfaßte Papille gebildet ist. Noch später, erst im sechsten bis siebenten Monat, sind die Papillae foliatae zu erkennen.

Früher als die Papillen, schon beim 20 *mm* langen Embryo, treten die ersten Andeutungen der Zungenmuskulatur auf, die sich bald in ihrer vollen Differenzierung und geflechtartigen Anordnung darstellt. Sie entsteht aus dem Mesenchym der Zungenanlage. Für die frühere Annahme, daß

die Zungenmuskeln durch kranialwärts gerichtete Wanderung aus der postbranchialen Gegend in die Zungenanlage gelangen, haben die direkten Beobachtungen bisher keine tatsächliche Unterlage geliefert.

II. Das Oberkieferbein, Os maxillare.

Wir wollen den Knochen zunächst ohne Rücksicht auf den »Zwischenkiefer« als einheitlichen Bestandteil des Splanchnokraniums beschreiben. Der zentrale Teil des paarigen Knochens umschließt die Kieferhöhle, dies ist der Körper, davon gehen als Ausstrahlungen nach unten, innen, außen und oben mit undeutlichem Übergang die als Fortsätze bezeichneten Teile aus; nach unten der die Zähne beherbergende wallartige, bogenförmig gekrümmte Alveolarfortsatz, nach innen der etwa die vorderen drei Viertel des Palatum durum bildende horizontale Gaumenfortsatz, nach außen, quer zum Wangenbein, der Wangenfortsatz und nach oben zum Stirnbein der als Stützbalken der Stirngegend des Schädels in statischer Beziehung wichtige Stirnfortsatz.

Der Körper hat die Form eines Tetraeders. Von seinen Flächen bildet die Facies orbitalis die ziemlich dünne Scheidewand zwischen Augen- und Kieferhöhle. Sie ist von medial nach lateral und von hinten nach vorn abschüssig, gegen die Gesichtsfläche durch einen vorspringenden Rand, etwas mehr als ein Drittel des Margo infraorbitalis bildend, begrenzt. Lateral und vorn verbindet sich der Knochen in der Augenhöhle mit dem Jochbein (Sutura zygom.-maxillaris), medial mit dem Tränenbein und dahinter mit der Papierplatte des Siebbeins (Sutura lacrimo-maxillaris und ethmoideo-maxillaris). Der ausgedehnte lateral-hintere Rand der Orbitalfläche bildet eine freistehende Kante, er begrenzt mit dem großen Keilbeinflügel die Fissura orbitalis inferior und stellt zugleich den ungefähr rechtwinkligen Übergang in die Facies infratemporalis dar. Am hinteren verjüngten Ende der Orbitalfläche dient ein kleines dreieckiges, abgeschrägtes Feld, das Trigonum palatinum, dem Orbitalfortsatz des Gaumenbeins als Anlagerungsfläche. Vom vorderen Teil der unteren Orbitalfissur zieht die von scharfen Rändern begrenzte Infraorbitalfurche schief nach vorn und medianwärts, um sich dann etwa 1·5 *cm* hinter dem Augenhöhlenrand zum Kanal (Canalis infraorbitalis) zu schließen. Der flachgedrückte, geschlossene Kanalteil verläuft in einer Länge von durchschnittlich 16·5 *mm* schräg nach vorn-unten und medianwärts und mündet an der Gesichtsfläche mit dem Foramen infraorbitale. Kurz vor seinem Ende krümmt sich der Kanal leicht bogenförmig nach unten. Unterwegs gehen von ihm zwei ganz feine Kanälchen ab, die dann in der Regel nach kurzer geschlossener Strecke als offene Furchen an der Innenfläche des Knochens verlaufen; sie führen

die Nerven und Gefäße den Zähnen und dem Zahnfleisch zu. Die mediale Fläche steht annähernd senkrecht und sagittal, sie ist der Nasenhöhle zugekehrt, zugleich stellt sie auch die mediale Wandung der Kieferhöhle dar. Sie ist sehr unvollkommen, besonders in ihrer oberen Abteilung, wo an der medialen Wand der Highmorshöhle ein ausgedehnter, unregelmäßiger sagittal-elliptischer oder rundlicher Defekt klafft. Wird die weite Öffnung auch beträchtlich eingeengt durch den Processus uncinatus des Siebbeins und einen Teil des Siebbeinlabyrinths, ferner durch die untere Nasenmuschel und die senkrechte Platte des Gaumenbeins, die sich alle vor sie legen, so bleiben immer noch außer der eigentlichen, im Hiatus semilunaris befindlichen Eingangsöffnung der Kieferhöhle ansehnliche Lücken am Knochen vor und hinter dem Processus uncinatus unbedeckt, die erst durch die darüber hinwegziehende Schleimhaut verschlossen werden (vordere und hintere Fontanelle, Zuckerkandl). Im unteren Nasengang wird der Knochen beträchtlich stärker; hier ist er defektlos und geht unten mit gleichmäßiger Rundung in den Boden der Nasenhöhle über.

Die Facies infratemporalis steht ungefähr senkrecht; sie bildet mit ihrem medialen Hauptteil das nach hinten gewulstete Tuber maxillare, an dessen unterem Teil einige feine Öffnungen (Foramina alveolaria posteriora), die für die Hinterzähne und das bukkal zu ihrem Gebiet gehörige Zahnfleisch bestimmten zarten Nerven und Gefäße in sich aufnehmen. Oft sieht man feine Furchen vom Anfang des Infraorbitalsulcus zu den genannten punktförmigen Öffnungen herunterziehen, Verlaufspuren der Alveolarnerven. Bei jugendlichen Schädeln mit noch undurchbrochenem Weisheitszahn beherbergt die Fläche hinter und über der bukkodistalen Wurzel des zweiten Mahlzahnes die noch wurzellose, mit der Kaufläche senkrecht gestellte und nach hinten-außen gerichtete Krone dieses Zahnes. Dicht unter der Kante, die diese Fläche von der Augenhöhle trennt, erkennt man die etwa 2 *cm* lange Furche, die den ersten queren Abschnitt des Nervus infraorbitalis von der Fossa pterygopalatina zum eigentlichen Sulcus infraorb. hinleitet. Ein Teil dieser Fläche, der laterale, liegt noch unter der Schläfengrube, ein zweiter unter der Fossa infratemporalis, dann folgt nach innen der Abschnitt, der mit dem Flügelfortsatz des Keilbeins die Sphenomaxillarspalte begrenzt, zuletzt in der Tiefe die Stelle, wo sich zu diesen beiden Knochen noch das Gaumenbein hinzugesellt, um im Verein mit ihnen oben die Flügelgaumengrube (Fossa pterygopalatina) in deren unterer Fortsetzung zwischen den sich dichter aneinander drängenden Knochen den senkrecht absteigenden Canalis pterygopalatinus zu umfassen; hier befindet sich am Oberkieferbein der gleichbenannte senkrechte Sulcus.

Die Gesichtsfläche des Körpers läßt als Rassenmerkmal der weißen Rasse in ihrer mittleren Höhe eine breite, sich nach oben verschmälernde

Vertiefung, die Fossa canina, erkennen. Diese ist sehr verschieden entwickelt, oft, besonders an Schädeln älterer Individuen, tief eingesunken, nicht selten mit verdünntem, durchscheinendem Boden, die Folge atrophischer Vorgänge, welche Gestaltung wesentlich zur Altersveränderung des Gesichtstypus beiträgt. Bisweilen findet man aber schon an verhältnismäßig jungen Schädeln die ganze Wangengegend des Knochens eingezogen und verdünnt, wie atrophisch. An der obersten Stelle der Fossa, 7—8 *mm* unter dem Margo infraorbitalis, gewahren wir die elliptische, mit der Längsachse der Ellipse schief nach unten-lateral gestellte Öffnung des Infraorbitalkanals, das Foramen infraorbitale. Unter der Fossa canina folgt der allmähliche Übergang in den Alveolarteil, mit rippenförmig hervortretenden Juga alveolaria — am stärksten ist dasjenige des Eckzahnes — und dazwischen zu den Interalveolarsepta hinleitenden Furchen. Medial beteiligt sich diese Fläche bis zum Nasenbein hinauf an der seitlichen Umrandung der Apertura piriformis narium. Vor der in der Regel etwas zurückstehenden Wurzel des lateralen Incisivus, medianwärts vom Jugum des Eckzahnes, lateralwärts von dem des medialen Schneidezahnes findet sich oft unter dem scharfen unteren Rand der Apertur, zwischen diesem und dem Alveolarfortsatz eine mehr oder weniger ausgesprochene senkrechte Vertiefung, die Fossula incisiva superior. Erwähnenswert ist noch der »Jugalwulst« (Crista zygomatico-alveolaris), ein leistenförmiger Vorsprung, der von der Gegend des ersten Molarzahnes zum unteren Rand des Jochbogens emporsteigt, die Grenzkante zwischen der fazialen und der infratemporalen Fläche des Körpers bildend. Dem Jugalwulst wird vielfach eine besondere mechanische Bedeutung als Widerstandsbalken gegen den Kaudruck zugeschrieben[1].

Das untere Ende des Wulstes scheint in seiner Lage zu wechseln: bald läuft es im Jugum alveolare der bukkomedialen Wurzel, bald — wie es scheint häufiger — in dem der bukkodistalen Wurzel des ersten Mahlzahnes aus.

Der Alveolarfortsatz geht ohne scharfe Grenze am Gesicht aus der Fazialfläche des Körpers hervor, während er am Gaumen, besonders in dessen seitlichen und hinteren Teilen, etwas besser gegen den Processus palatinus abgesetzt ist. Es soll an einer späteren Stelle ausführlicher auf ihn eingegangen werden.

---

[1] Die Bedeutung des Jugalwulstes nach der mechanischen Seite scheint von mancher Seite überschätzt zu werden. In Wirklichkeit stellt er sich nur von außen als »Wulst« dar, bei der Betrachtung auf dem Querschnitt oder von der eröffneten Kieferhöhle her sieht man, daß die Crista zygomatico-alveolaris nur durch eine Knickung der dünnen Wandung der Kieferhöhle hervorgerufen wird, die hier nur eine kaum merkliche Verdickung erfährt. Dazu kommt, daß der Jugalwulst im Bogen verläuft; gebogene Körper aber sind gegen Druck nicht sehr widerstandsfähig, wenn der Druck nicht in der Richtung des Krümmungsradius auf sie einwirkt. Eine so besonders große mechanische Bedeutung kann der Wulst also bei dieser Sachlage nicht haben.

Der Gaumenfortsatz bildet drei Viertel des harten Gaumens, der Rest gehört der horizontalen Platte des Gaumenbeins an. Die beiden Knochen treffen in der querlaufenden Sutura palato-maxillaris oder palatina transversa zusammen, während die Knochen der rechten und linken Seite die sehr geradlinige glatte Sutura palatina mediana miteinander bilden, deren vom Intervall zwischen den beiden medialen Schneidezähnen bis zur Öffnung des Canalis incisivus reichender Teil als deren Pars interincisiva zu bezeichnen ist. Die Form des Gaumens als Ganzes soll später geschildert werden, hier sollen nur die rein osteologischen Verhältnisse Berücksichtigung finden. Der Processus palatinus bildet zugleich den Boden der Nasenhöhle, natürlich ebenfalls nur zu drei Viertel. Auf der Nasenhöhlenseite ist der Knochen glatt, von rechts nach links separat auf jeder Seite ausgehöhlt, einerseits infolge des erwähnten abgerundeten Überganges in die Seitenwand der Nasenhöhle, anderseits infolge der längsverlaufenden Semicrista, zu der sich jeder Knochen in der Mittellinie erhebt; durch Vereinigung der beiden Halbleisten entsteht die mittlere Leiste, die sich auch auf den den Gaumenbeinen angehörenden hinteren Teil des Nasenhöhlenbodens erstreckt und auf die sich die knöcherne Nasenscheidewand, speziell das Pflugscharbein, aufstützt. Am vorderen Ende wird die Crista etwas höher und ragt als vorderer Nasenstachel, Spina nasalis anterior, in sehr variabler Weise über die Ebene der knöchernen Nasenöffnung nach vorn hervor. Die vorstehende Spina ist eine spezifisch menschliche Bildung; sie dient der Scheidewand der Weichteilnase zum Ansatz. Im vordersten Abschnitt des Bodens der Nasenhöhle gewahren wir beiderseits dicht neben der medianen Leiste die runden Öffnungen des Canalis nasopalatinus; die beiden Löcher vereinigen sich gleich unter der Crista zu einem gemeinsamen Kanal, der den vorderen verdickten Teil des Knochens schief nach vorn und unten durchsetzt, um als Foramen incisivum am Gaumen auszumünden. Das Foramen ist von sehr variabler Weite, es kann sehr weit oder im Gegenteil zu einer unscheinbaren, ja punktförmigen Öffnung reduziert sein. Der Boden der Nasenhöhle steht bei der Haltung des Kopfes in der »deutschen Horizontalen« fast wagrecht. Die Palatinalfläche des Knochens ist in individuell verschiedener Weise gewölbeartig, das heißt von rechts nach links und von vorn nach hinten ausgehöhlt, von rauher Oberfläche und, besonders in ihrer vorderen Hälfte, von zahlreichen Gefäßlöchern durchsetzt. Der Übergang in den Alveolarteil ist vorn mehr ein allmählicher, nach den Seiten zu wird der Absatz der beiden Teile gegeneinander bestimmter. An der Grenze beider zieht von dem noch dem Gaumenbein angehörenden Foramen palatinum majus schief nach vorn und medianwärts der Sulcus palatinus, eine in ihrem Anfangsteil ziemlich tief eingegrabene, medianwärts durch eine hervorstehende Leiste (Crista palatina) scharf begrenzte Gefäß-

und Nervenfurche; lateralwärts wird ihre Begrenzung schon durch den Alveolarteil gebildet. Manchmal gestaltet sich der erste Abschnitt des schon dem Oberkieferbein angehörenden Teiles der Furche durch brückenartige Verwachsung ihrer Knochenränder auf einer kurzen Strecke zu einem Kanal. Auch eine parallele mediale analoge Furche kann vorhanden sein. In seltenen Fällen läuft am Gaumenfortsatz eine mit der mittleren Sutur parallele longitudinale Naht auf kürzerer oder längerer Strecke, manchmal von der hinteren Quernaht bis zur Sutura incisiva. Es ist dies die Calorische Naht, der dadurch abgegrenzte Knochenteil heißt Calorischer Schaltknochen.

Ergänzt wird der maxillare Abschnitt des harten Gaumens nach hinten durch die wagrechte Platte des Gaumenbeins (Pars horizontalis ossis palatini). Sie ist zumeist glatter und dünner als der maxillare Teil, oft ganz durchscheinend. Ihr hinterer freier Rand ist beiderseits ausgeschweift, wodurch es in der Mitte zur Bildung einer stumpfwinkligen Spitze, des hinteren Nasenstachels (Spina nasalis posterior), kommt. Ein kleiner seitlicher Ausschnitt des Knochens am Übergangsteil in die senkrechte Platte schließt mit der medialen Wand des Alveolarfortsatzes das sagittal-elliptische Foramen palatinum majus seu anterius ein, die untere Öffnung des Canalis nasopalatinus, während sich dahinter, schon im Pyramidalfortsatz des Gaumenbeins, als Ausmündungen von Abzweigungen dieses Kanals, zwei bis drei kleine, spaltförmige Löcher, die Foramina palatina minora seu posteriora, befinden.

Der breite, stumpfe Wangenfortsatz erstreckt sich quer lateralwärts zum Wangenbein, mit dem er sich in der Sutura zygomatico-maxillaris verbindet. Die Sutur verläuft über drei Flächen. Der Gesichtsteil beginnt am Unteraugenhöhlenrand, läuft hier oft über einen kleinen stumpfen Vorsprung des Knochens und zieht dann schräg nach unten und lateralwärts, doch ist sein Verlauf nicht geradlinig, sondern S-förmig gebogen; es lassen sich zwei Abschnitte an der Naht unterscheiden, ein oberer längerer, schief nach unten-außen gerichteter und ein unterer nahezu senkrechter. In der Augenhöhle zieht die Naht von der vorderen oberen Ecke der unteren Augenhöhlenfissur zum Orbitalrand. In der Schläfengegend endlich verbindet sie das Ende der letztgenannten Fissur mit dem unteren Rand des Wangenhöckers bei annähernd senkrechtem, aber mäßig gewundenem Verlauf. In letzterer Gegend weist der Jochfortsatz auswärts vom Tuber maxillare eine besondere Fläche auf in Form einer senkrechten, durch den Schläfenmuskel ausgefüllten Furche. Gewöhnlich erstreckt sich die Kieferhöhle auch in das Gebiet dieses Fortsatzes, ja oft noch darüber hinaus in das Wangenbein hinein.

Der Stirnfortsatz ragt als wichtige Tragsäule des Hirnschädels zum Stirnbein empor, mit dem er sich in einer kurzen, aber stark zackigen Naht (Sutura fronto-maxillaris) vereinigt. Medial schließt sich ihm das Nasenbein

in einer zarten, windungs- und zackenlosen, leicht S-förmig gekrümmten Sutur (Sutura naso-maxillaris) an. Ein Teil des Fortsatzes gehört schon der medialen Wand der Augenhöhle an, hier gelangt sein hinterer Rand mit dem Tränenbein in Nahtverbindung, Sutura lacrimo-maxillaris; im Verein mit letzterem Knochen bildet er die Grube für den Tränensack (Fossa sacci lacrimalis), die vorn durch die Crista lacrimalis anterior begrenzt ist; ihre hintere und untere Begrenzung gehört schon dem Tränenbein an. Auf der der Nasenhöhle zugewendeten Seite des Fortsatzes erkennen wir die von zwei Knochenleisten umfaßte Tränenfurche als untere Fortsetzung der für den Tränensack bestimmten Grube; sie wird in ihrer oberen Hälfte durch das Tränenbein, in ihrer unteren durch den Lacrimalfortsatz der unteren Nasenmuschel zum medial-lateral flachgedrückten Tränennasengang (Ductus nasolacrimalis) geschlossen. Es sind dann noch zwei schwache sagittale Leisten an der Innenfläche des Fortsatzes zu erwähnen; die untere, die Crista conchalis oder turbinalis, genau genommen noch zum Oberkieferkörper gehörig, dient der unteren Nasenmuschel als Anheftungsstelle, an die obere, die Crista ethmoidalis, lehnt sich das vordere Ende der vom Siebbein gebildeten mittleren Muschel an. — Über die Außenfläche des Stirnfortsatzes läuft von oben nach unten eine schmale Venenrinne, die eine Naht vortäuschen kann (Sutura imperfecta).

Als Zwischenkiefer (Os praemaxillare, intermaxillare, incisivum, Goethei) wird der mittlere, die vier Schneidezähne tragende Teil des Knochens bezeichnet. Bei allen Säugetieren und auch dem Menschen bei der Ossifikation als besonderer Knochen angelegt, bleibt dieser Teil auch überall mit Ausnahme einzelner Affen, der Anthropoiden und des Menschen zeitlebens als selbständiger, sich gegen den übrigen Teil des Knochens, das heißt das eigentliche Maxillare, durch eine Naht, die Sutura incisiva, abgrenzender Bestandteil des Gesichtsskeletts erhalten. Noch beim jungen Gorilla (Fig. 15) sind die Grenznähte des Zwischenkiefers in ihrer ganzen Ausdehnung erkennbar, schwinden aber später auch hier mit Hinterlassung geringer Spuren[1]. Beim Menschen erfolgt schon in frühen fetalen Stadien — schon Mitte der siebenten Woche — eine beinahe vollkommene Verschmelzung des Knochens mit dem benachbarten Maxillare, nur ganz geringe Reste der Trennungsnaht bleiben am vordersten Abschnitt des Gaumens, auch diese nur in einem Teil der Fälle, erhalten. Es scheint naheliegend, diese Verschiedenheiten im Zeitpunkt der Obliteration der Sutura incisiva mit dem Maß der Prognathie, das heißt mit dem geringeren oder größeren Grad der Reduktion der Zähne und des Kiefergerüstes in Verbindung zu

[1] Über die Verschiedenheiten in der Obliterationszeit der Sut. incisiva siehe L. Bolk, Über die Obliteration der Nähte am Affenschädel. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie Bd. XV, 1913, S. 1.

bringen, doch läßt sich eine solche Beziehung nur im allgemeinen aufstellen, sie trifft für viele Einzelfälle nicht zu. So soll nach Le Double der Zwischenkiefer des mit mächtigem Kauapparat versehenen Schimpansen gleich dem des Menschen schon fetal mit dem Maxillare verschmelzen[1]. Auffallend ist der späte, erst lange nach der Geburt im präadulten Zustand erfolgende Schwund der Zwischenkiefernaht bei dem dem Menschen doch sonst am nächsten stehenden Gorilla.

Man kann den Knochen beim Menschen ziemlich sicher umgrenzen teils dadurch, daß einzelne, sonst schon fetal obliterierende Strecken der Grenznaht in seltenen Fällen erhalten bleiben und so Orientierungspunkte für die Grenzbestimmung darbieten, hauptsächlich aber auf vergleichender Grundlage. Wenn man den Schädel eines jungen Gorilla mit erhaltener Sutura incisiva (Fig. 15) und daneben einen Menschenschädel vor sich hat und sie vergleichend prüft und die Naht am Gesicht des Gorilla zu beiden Seiten der Apertura piriformis bis zu den Nasenbeinen emporziehen sieht, so kann man kaum zweifelhaft sein, daß die Sutur auch beim Menschen, falls sie erhalten bliebe, wenn vielleicht auch nicht in ganz gleicher, aber doch in ähnlicher Weise verlaufen würde.

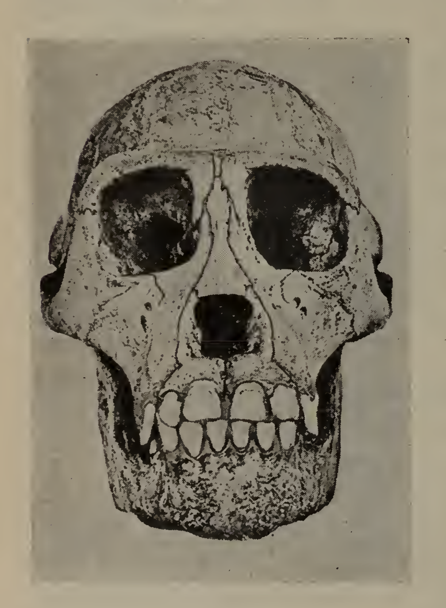


Fig 15.
Schädel eines jungen Gorillas mit erhaltener Sutura incisiva am Gesicht.
Nach Stephanie Oppenheimer.

Demnach kann man die Grenzlinie des Zwischenkiefers folgendermaßen trassieren (Fig. 16 und 17). Sie beginnt als Sutura incisiva im engeren Sinn am vordersten Teil des Gaumens am Foramen incisivum oder in selteneren Fällen etwas dahinter, zieht fast quer nach außen, um den Alveolarrand an der Grenze des seitlichen Schneidezahnes und des Eckzahnes, sehr häufig schon ein wenig im Bereich der Alveole des letzteren zu erreichen und nach vorn zu überschreiten, steigt dann als Sutura maxillo-praemaxillaris am Gesicht senkrecht empor, um dann in der Nähe des Seitenrandes der Apertura piriformis parallel mit diesem Rand bis zum unteren Teil des Nasenbeins emporzuziehen und an der Sutura naso-maxillaris zu endigen. In der Nasenhöhle läßt die Grenzlinie ebenfalls

[1] An mehreren Schädeln von Schimpansenkindern finde ich dicht am Seitenrand der Apertura piriformis ein längeres Stück der Sutura incisiva erhalten.

einen an den beiden Foramina incisiva beginnenden queren und einen am vorderen Teil der Seitenwand gleich der äußeren Naht bis zum Nasenbein

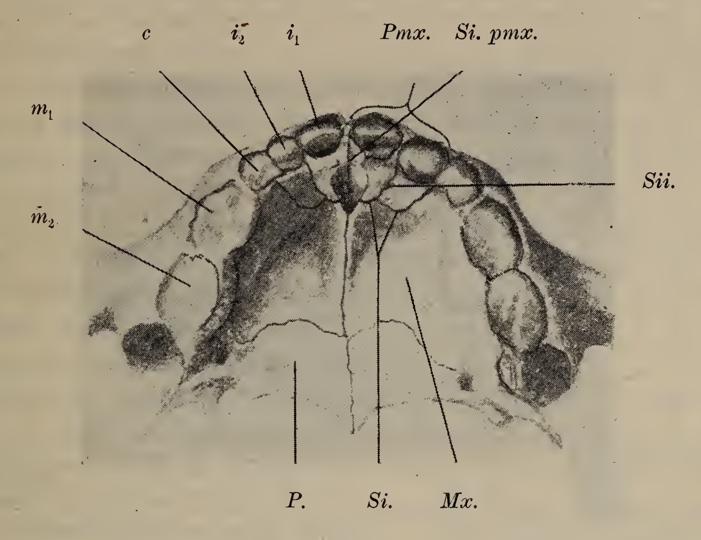


Fig. 16.
Gaumenansicht des Schädels eines einjährigen Kindes. *Pmx.* Zwischenkiefer, *Si. pmx.* Sutura interpraemaxillaris, *Sii.* Sutura intraincisiva, *Si.* Sutura incisiva, *Mx.* Maxillare, *P.* Palatinum. Nach Inouye.

aufsteigenden senkrechten Abschnitt unterscheiden (Fig. 18). Es ist demnach ersichtlich, daß der eigentliche Oberkiefer aus der Umrandung der

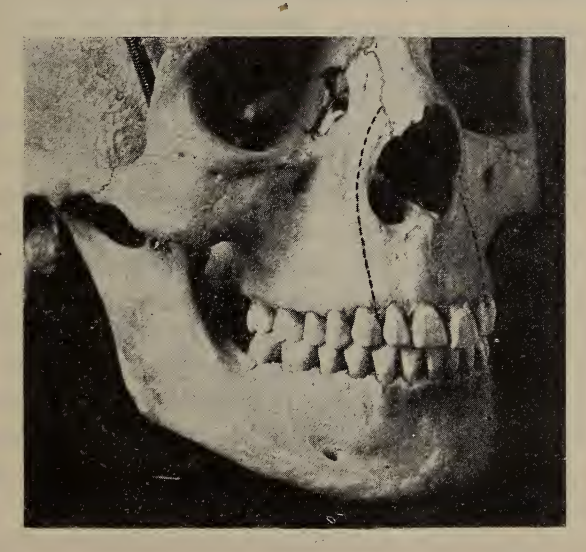


Fig. 17.
Schädel mit gestrichelt eingezeichneter Sutura maxillo-praemaxillaris. Mit Zugrundelegung der Fig. 15 (Gorilla) und einer Figur Inouyes.

Apertura piriformis ausgeschlossen ist. Von dieser langen Nahtstrecke ist der palatinale und der untere nasale Abschnitt der konservativste. Am Gaumen des Neugeborenen vermißt man kaum jemals die zarte Naht, die vom Foramen incisivum zum medialen Teil der Eckzahnalveole zieht. Hier hört sie jedoch stets auf. Aber auch diese Nahtstrecke ist nicht von Dauer; schon vom Anfang des zweiten Jahres an pflegt sie von der lateralen Seite her gegen die Mittellinie zu verstreichen, so daß nach einigen Jahren gewöhnlich nur noch ihre medialste Abteilung sichtbar ist. Diese erhält sich aber sehr häufig, nach Ranke[1] in 73% der Fälle. Andere Autoren geben geringere Zahlen an, so Le Double (1906) für französische Schädel 39·3%, E. Davida (1913) für ungarländische Schädel 37·2%. Aus den bisher veröffentlichten statistischen Daten berechnet der letztgenannte Autor als deren Endergebnis 46·3%. Doch ist bei Erwachsenen die Naht gewöhnlich nur auf der Gaumenseite zu sehen, während sie beim Neugeborenen auch am Nasenhöhlenboden erkennbar ist, ja sich häufig noch seitlich weiter hinauf bis zur Crista conchalis oder sogar noch einige Millimeter darüber hinaus verfolgen läßt (Fig. 18). Die Persistenz der Naht an der Nasenseite ist bei Erwachsenen eine große Seltenheit, kommt aber vor, wie in den von H. v. Meyer (1884) und Inouye (1912)[2] beschriebenen Fällen. Am Gesicht ist die Naht bisher noch niemals mit unanfechtbarer Sicherheit beobachtet worden. Inouye beschreibt und zeichnet zwar am Schädel eines einjährigen Kindes eine längsverlaufende Furche an der Gesichtsfläche des Processus frontalis, die er als persistierende Teilstrecke der Sutura incisiva deutet, doch scheinen mir gewichtige Gründe gegen diese Deutung zu sprechen. Im Vergleich zu den Anthropoiden liegt diese vermeintliche Naht viel zu sehr lateral; man muß den Sitz der Sutur beim

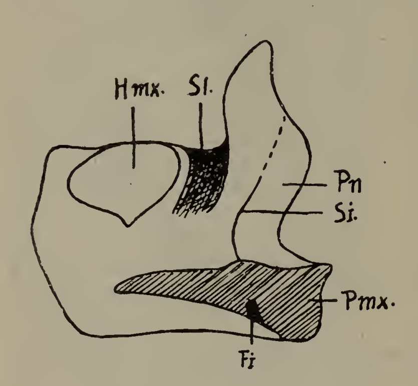


Fig. 18.

Sutura incisiva auf der Nasenfläche des Oberkiefers eines Kindes.
Si. Sutura incisiva; die punktierte Linie zeigt deren bereits geschlossene, aber in diesem Falle als Furche erkennbare obere Fortsetzung. *Pmx.* Praemaxillare, *Pn.* Proc. nasalis des Zwischenkiefers, *Fi.* Foramen incisivum, *Sl.* Sulc. lacrimalis, *Hmx.* Hiatus maxillaris. Nach Inouye.

---

[1] I. Ranke, Über den Zwischenkiefer. Korrespondenzblatt der Deutschen Anthropologischen Gesellschaft Bd. XXII, 1901.

[2] Michio Inouye, Der Zwischenkiefer, seine Entstehung und der Verlauf der Hasenschartenkieferspalte und der schrägen Gesichtsspalte. Anatomische Hefte Bd. 45, 1912, S. 481.

Menschen nach der Analogie ihres Verhaltens bei den Anthropoiden viel näher zum Rand der Apertura piriformis verlegen. Beim Erwachsenen findet sich an der der Inouyeschen Naht entsprechenden Stelle in der Regel eine längliche Vertiefung. Genau dieselbe Vertiefung läßt sich nun auch beim Gorilla erkennen, und man kann an jungen Exemplaren feststellen, daß die Sutura incisiva nicht in ihr, sondern medianwärts von ihr verläuft. Die Inouyesche Naht ist nichts anderes als eine Gefäßfurche, schon lange als Sutura imperfecta bekannt.

Es ist bisher noch nicht die Rede gewesen von der Sutura intraincisiva — fälschlich Sutura interincisiva[1] genannt. Es ist dies ein kleiner, rechtwinklig abgehender Nebenzweig der vom Foramen incisivum nach außen ziehenden Sutura incisiva, welcher sagittal zum medialen Teil der Alveole des lateralen Schneidezahnes zieht, um dort aufzuhören (Fig. 16). Es handelt sich um eine richtige Naht, nicht um eine Gefäßfurche (Th. Kölliker 1888) oder eine zur Aufnahme einer epithelialen Abzweigung des Stensonschen Ganges dienende Rinne im Knochen (Bruni 1911). Die kleine Zweigsutur ist beim Erwachsenen höchstens in Spuren, nach Ranke in 10%, nach Matiegka (1899) in 9·7% nachweisbar. Manchmal geht sie, wie Schumacher (1906) gezeigt hat, nicht von der Sut. incisiva aus, sondern entspringt vor ihr selbständig am For. incisivum. Auch kann sie doppelt oder dreifach sein (Thouren 1917), auch von vornherein fehlen (Felber 1919).

Um die Bedeutung der Sutura intraincisiva erklären zu können, müssen wir auf die Entwicklung des Zwischenkiefers eingehen. Zunächst sei hervorgehoben, daß der Zwischenkiefer keine bestimmten Beziehungen zu den embryonalen Gesichtsfortsätzen hat. Seit Th. Kölliker (1882) wurde vielfach angenommen, daß der Zwischenkiefer ausschließlich im Bereich des mittleren Nasenfortsatzes zur Entwicklung komme und die Sutura incisiva am Gaumen und Alveolarteil ihrer Lage nach der diesen Fortsatz vom Oberkieferfortsatz trennenden Nasenfurche des Embryos entspreche. Eine andere Ansicht vertrat P. Albrecht (1879), dem sich auch Biondi (1888) anschloß. Nach ihnen besteht der Zwischenkiefer auf jeder Seite aus zwei Teilen: dem Endognathion und Mesognathion; ersteres ist nach Albrecht auf den medialen Nasenfortsatz, letzteres auf den beim Menschen nachträglich doch bis zur Mundspalte herabwachsenden seitlichen Nasenfortsatz zurückzuführen, während Biondi das Endognathion dem mittleren Nasenfortsatz, das Mesognathion dem Oberkieferfortsatz zuteilte. Die neuesten Forschungen Inouyes und Peters zeigen, daß die Entwicklung des Zwischenkieferknochens in keiner gesetzmäßigen Beziehung zu der embryonalen

[1] Sut. interincisiva ist die mediane Naht zwischen den beiderseitigen Zwischenkiefern.

Gliederung des Gesichtes steht; das ausgebildete Prämaxillare des Menschen liegt im Bereich aller drei in Betracht kommenden Fortsätze, des medialen, des lateralen Nasenfortsatzes und des Oberkieferfortsatzes.

Der Zwischenkiefer verknöchert als Deckknochen auf jeder Seite aus einem einzigen Ossifikationspunkt, der sehr frühzeitig (Anfang der siebenten Woche nach Felber, 1919) im vorderen Teil des Knochens, in der Gegend des lateralen Incisivus, auftritt; von diesem Zentralpunkt aus erstreckt sich die Knochenbildung in den Nasen- und Gaumenteil des Knochens, und zwar in letzteren nicht einheitlich, sondern in Form zweier Fortsätze, eines medialen und eines lateralen Gaumenfortsatzes. Diese beiden Fortsätze verbinden sich in einer Naht; hieraus erklärt sich die Entstehung der Sutura intraincisiva. Es sind über diesen Gegenstand in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts lange und lebhafte Diskussionen geführt worden. Albrecht (1879) führte diese Sutur darauf zurück, daß der Zwischenkiefer, wie schon Authenrieth, Meckel und Leuckart behauptet hatten, jederseits aus zwei Knochenkernen hervorgehe, daß es also beim Menschen auf jeder Seite eigentlich nicht einen, sondern zwei Zwischenkiefer gebe, die sich gegeneinander durch die Sutura intraincisiva abgrenzten. Bleibt ihre Vereinigung aus, so entstehe die seitliche Lippenkieferspalte, die also zwischen diesen beiden Zwischenkiefern, dem Endognathion und Mesognathion, und nicht zwischen dem Zwischenkiefer und dem Maxillare oder Exognathion ihren Sitz habe. Durch die Nachforschungen einer Reihe von Autoren, so von Th. Kölliker, Schwink (1888), Mall (1906) u. a., wurde die Albrechtsche Behauptung von den zwei Verknöcherungspunkten als unzutreffend erwiesen, auch spricht schon von vornherein gegen die Existenz der beiden Albrechtschen Zwischenkiefer der Umstand, daß das Prämaxillare überall im Tierreich einheitlich ist. Dagegen hat Albrecht auf pathologischem Gebiet bis zu einem gewissen Grade recht behalten, indem es sich erwies, daß die seitliche Kieferspalte keineswegs immer zwischen Prämaxillare und Maxillare verläuft, wie es zuerst Goethe behauptet hatte, vielmehr in der Mehrzahl der Fälle den Zwischenkiefer selbst durchsetzt, so daß ein Teil des Prämaxillare mit dem lateralen Schneidezahn oder einem rudimentären oder vollentwickelten überzähligen dritten Incisivus auf die laterale Seite der Spalte zu liegen kommt. Unter 68 aus der Literatur gesammelten Fällen fand Inouye nur 19 (28%), wo der Spalt unmittelbar an der medialen Seite des Eckzahnes hindurchging, in 49 Fällen befand sich ein Incisivus am lateralen Rand der Fissur. Dieser Tatbestand erklärt sich aber nicht in der Weise, wie sie Albrecht verfocht, sondern findet einerseits in der vollkommenen Unabhängigkeit der Grenzen der embryonalen Gesichtsfortsätze und des Gebietes des knöchernen Zwischenkiefers voneinander und der Variabilität ihrer gegenseitigen topographischen

Beziehungen, anderseits in dem Umstande seine Erklärung, daß sich die seitliche Kieferspalte, von ganz atypischen Defektbildungen abgesehen, stets an die Grenzen der embryonalen Fortsätze hält. Erstreckt sich im gegebenen Falle die Anlage des knöchernen Prämaxillare weiter lateralwärts — dies ist der häufigere Fall —, so wird durch die Spaltbildung auch ein Teil des Knochens abgetrennt, hält sich der Knochen dagegen innerhalb engerer Grenzen, so wird die Spalte zwischen ihm und dem Maxillare hindurchgehen. Den in fast einem Drittel der Fälle vorkommenden, lateral von der Spalte gelegenen überzähligen Schneidezahn erklärt Inouye in der Weise, daß durch das Ausbleiben der Vereinigung der embryonalen Fortsätze das Material am Zahnwall, das sonst zur Bildung des lateralen Schneidezahnes verwendet worden wäre, in zwei Teile zerlegt wurde, und daß dann jeder Teil imstande war, einen wenn auch rudimentär entwickelten Zahn zu bilden. Durch die Tatsache, daß ein solcher überzähliger Zahn nur in einem Drittel der Fälle bei den Spaltbildungen im Bereich des Zwischenkiefers vorhanden ist, widerlegt sich die Hypothese von Warnekros (1909) und Felber (1919), derzufolge das atavistische Auftreten eines dritten Schneidezahnes beziehungsweise eine Anomalie der Zahnanlage das Primäre und die Spaltbildung die Folge davon sei.

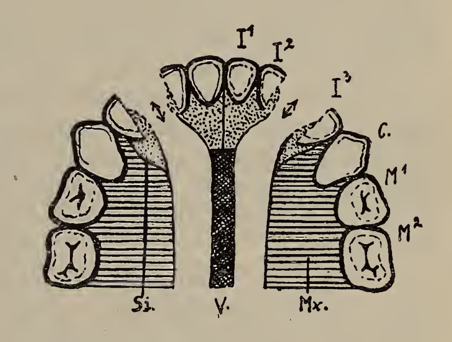


Fig. 19.
Schema zur Erläuterung der Entstehung des überzähligen Schneidezahnes bei jener Form der Kiefergaumenspalte, die durch den Zwischenkiefer hindurchgeht. Nach Inouye.
Si. Sutura incisiva; *V.* Vomer; *Mx.* Maxillare.

Hier mögen noch einige ergänzende Details bezüglich des Oberkieferbeins Platz finden.

a) Die vordere untere Begrenzung der Apertura piriformis variiert individuell in ziemlich hohem Grade, vor allem aber prägen sich an ihr die Rassenmerkmale stark aus. Das verschiedene Verhalten dieser Grenze ist in erster Reihe durch die verschiedene Stellung des Alveolarteiles bedingt. Steht der Kiefer in der Mitte stark vor, das heißt ist alveolare Prognathie vorhanden, so geht der Nasenboden mit flacher, gleichmäßiger Senkung, oft unter Bildung einer sagittalen Rinne, der Fossa praenasalis oder »Affenrinne«, in den Alveolarteil über. Wir finden diese Gestaltung z. B. bei dem Australier und afrikanischen Neger. Für den Europäer und die anderen mesognathen Rassen ist der durch die steile Stellung des Alveolargebietes verursachte scharfkantige Absatz am vorderen Ende des Nasenhöhlenbodens, ein spezifisch anthropines Merkmal, charakteristisch. Die Kante geht vom Seitenrand der Apertura piriformis bogenförmig zur Basis des Nasenstachels. Doch untersucht man eine größere Anzahl von Europäerschädeln, so findet man, daß die Verhältnisse nicht immer so einfach liegen. Beim Kind gibt es stets zwei vordere Grenzkanten: eine mehr nach vorn liegende, die die medial frei auslaufende Fortsetzung der seitlichen Umrandung der Apertura piriformis ist, und eine in einiger Entfernung da-

hinter befindliche zweite Kante, die etwas rückwärts von der Spina nasalis von der Mediancrista ausgeht und lateral ebenfalls frei ausläuft. Diese zweikantige »infantile Form« erhält sich nun nach Hovorka (1893) in 22% beim Mann und in 26% beim Weib, oft mit einer querlaufenden Rinne, der Fossa praenasalis, zwischen der »Aperturcrista« und der »Spinalcrista«. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle vereinigen sich allerdings die beiden infantilen Leisten bei der endgültigen Ausgestaltung des Gesichtsskeletts zu einer gemeinsamen Grenzkante des Nasenhöhlenbodens.

b) Eine häufige Erscheinung ist die Sutura infraorbitalis, das heißt eine Naht, die, von jener Stelle am Augenhöhlenbogen ausgehend, wo sich die Infraorbitalfurche zum Kanal schließt, über den unteren Augenhöhlenrand senkrecht zum Foramen infraorbitale absteigt. Ihre Gegenwart wird aus der Entwicklungsweise des Infraorbitalkanals verständlich. Dieser legt sich nämlich in der Fetalperiode als offene Knochenfurche an, die sich durch Vereinigung ihrer Ränder, der Pars naso-orbitalis und der Pars zygomatico-orbitalis (Toldt), zum Kanal schließt. Das Zusammentreffen der Ränder erfolgt in einer Naht, eben der Sutura infraorbitalis, die später — nach der Geburt — schwindet, aber nicht immer beziehungsweise nicht immer in ihrer ganzen Ausdehnung. Ihre orbitale Abteilung persistiert häufiger (40—60%) als die faziale (20—40%). Eine vollkommene Obliteration der Naht auf beiden Seiten kommt nach Davida[1] nur in 34·7% beim Mann und in 11% beim Weib vor, zumeist finden sich Reste von ihr; in 12·75% ist sie beiderseits völlig erhalten. Die geschilderte Entwicklungsweise des Infraorbitalkanals erklärt uns auch die Differenzen im gegenseitigen Längenverhältnis der offenen und geschlossenen Kanalstrecke. Manchmal ist der Kanal bis dicht an den Unteraugenhöhlenrand unverschlossen, in anderen Fällen beginnt die verwachsene Strecke schon weit hinten in der Orbita.

Verknöcherung und Wachstum des Oberkiefers. Der Oberkiefer verknöchert nach allen neueren Darstellungen (Th. Kölliker, Mall, Fawcett, Inouye, Felber) jederseits aus einem einzigen Ossifikationspunkt, abgesehen natürlich von dem Verknöcherungspunkt des Zwischenkiefers. Das Knochenzentrum tritt nach Fawcett[2] (1911) beim 18 *mm* langen Embryo an der Außenseite der Nasenkapsel über dem Zahnkeim des Caninus als Deckknochen auf. Von diesem Zentrum aus wächst dann der Knochen bald in allen Richtungen zur Bildung des Körpers und der Fortsätze. Der Orbitalteil zerfällt in zwei Teile, die den N. infraorbitalis zwischen sich fassen: aus dem lateralen wird der Jochfortsatz, aus dem medialen der Orbitalrand; die beiden Teile fließen über dem Nerven zusammen. Der Alveolarteil geht aus zwei getrennten Lamellen hervor, wovon zuerst die bukkale entsteht, erst später wächst von der äußeren Ecke des Gaumenfortsatzes die innere Lamelle abwärts. Beim Fetus von 160 *mm* Länge verschmilzt mit dem Knochen ein Teil des inzwischen verknöcherten Jacobsonschen oder Paraseptalknorpels; es ist dies der einzige Teil des Oberkiefers, der knorpelig angelegt ist. Nach älteren Angaben (Rambaud und Renault,

[1] E. Davida, Beiträge zur Persistenz der transitorischen Nähte. Anat. Anzeiger Bd. 46, 1914, S. 399.

[2] Fawcett, The development of the human maxilla, vomer and paraseptal cartilages. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 44, 1911, pag. 378.

Sappey u. a.) soll der Knochen aus fünf bis sechs besonderen Knochenkernen hervorgehen, die vom Anfang des dritten Fetalmonats an auftreten, sich aber bald vereinigen.

Der Oberkieferknochen des Neugeborenen ist noch weit entfernt von seiner endgültigen Gestalt. Er ist niedrig, breit, insbesondere ist der unter dem Niveau des Processus zygomaticus gelegene Teil des Knochens unentwickelt. Der horizontal verlaufende untere Augenhöhlenrand schneidet, medianwärts verlängert, die Nasenöffnung in der Mitte ihrer Höhe, während beim Erwachsenen die Verbindungslinie der tiefsten Punkte der hier schief medianwärts ansteigenden Margines infraorbitales die Nasenöffnung in ihrem oberen Drittel kreuzt. Unter der Apertura piriformis wölben die noch im Knochen steckenden Schneidezähne die Oberfläche als gemeinsamen flachen Hügel hervor; viel stärker ist die seitwärts davon gelegene kräftige, rundliche Auftreibung, die der in sein Zahnsäckchen eingeschlossene Eckzahn hervorruft. Die Auftreibung reicht nach oben fast bis zum Foramen infraorbitale, von diesem bloß durch eine schmale, schräg nach außen abfallende Furche, die erste Andeutung der Fossa canina, getrennt. Die Sutura zygomatico-maxillaris nähert sich in ihrem Verlauf viel mehr der horizontalen Richtung als später. Das Innere des Kieferkörpers wird fast vollkommen von den Zahnanlagen ausgefüllt, die oben bis an den Infraorbitalkanal reichen; die Kieferhöhle ist bloß durch eine etwa 7 *mm* lange, schmale sagittale Rinne der seitlichen Nasenhöhlenwand angedeutet, die in lateraler Richtung nicht über den Canalis infraorbitalis hinausreicht. Die Gaumenfläche des Knochens ist flach, hier grenzt sich schon in den seitlichen Partien ein niedriger Alveolarfortsatz vom Gaumen ab, während am Gesicht von einem solchen noch nicht geredet werden kann.

Das Gesicht des Neugeborenen und des Kindes ist also stark »chamaeprosop« (niedergesichtig). Es läßt sich dies auch leicht aus folgendem verstehen. Nach einem allgemeinen Entwicklungsgesetz hat das Gehirn in seiner embryonalen und fetalen Ausbildung einen zeitlichen Vorsprung vor den anderen Teilen des Körpers und auch vor dem Gesicht. Das Gesicht ist aber in seinen Dimensionen durch seinen Anschluß an die Schädelbasis an das Gehirn gebunden; nur in einer Richtung ist es davon unabhängig, in der senkrechten. Demgemäß ist es beim Kinde breit, gedrungen und auch in der sagittalen Richtung ziemlich entwickelt, dagegen in seiner Höhenentwicklung stark rückständig. Dazu kommt noch ein zweites, in ähnlichem Sinne wirkendes Moment: der noch unentwickelte Zustand des Kauapparats. Die Zahnanlagen stecken anfangs noch im Kiefer, allmählich treten die Milchzähne hervor, diese sind aber klein, ihre zunächst noch unentwickelten Wurzeln nehmen wenig Raum in Anspruch, dahinter finden sich die anfangs noch sehr unscheinbaren Anlagen der Dauerzähne. So ist

vom Gesicht zunächst mehr nur der obere Abschnitt entwickelt, der die schon beim Neugeborenen funktionell beanspruchten Sinnesorgane (Auge, Geruchsorgan) und einstweilen auch die Zahnanlagen in sich schließt, während der untere, alveolare Teil sozusagen fast ganz unentwickelt ist.

Für die weitere Ausbildung des Gesichtes ist in erster Reihe die volle Ausgestaltung des Gebisses maßgebend, aber auch davon unabhängig wächst das Gesicht in Verbindung mit der Ausbildung der Kieferhöhle viel mehr in der senkrechten Richtung als in der Quere und Tiefe. Es ergibt sich dies unter anderem aus folgenden Zahlen, die die Gesichtshöhe und Jochbogenbreite zu verschiedenen Zeitpunkten der Entwicklungsperiode in Millimetern angeben:

	Gesichtshöhe	Jochbein-breite
Neugeborenes	35	61
6 Jahre	90	117
10 »	98	123
14 »	128	128

Es nimmt also die Gesichtshöhe von der Geburt bis zum 14. Jahre fast um das Vierfache zu, während sich die Gesichtsbreite nur verdoppelt. Ein ähnliches Ergebnis erhalten wir, wenn wir die Höhe und Breite des Oberkieferbeins, vom Alveolarrand bis zur Nasofrontalnaht und von der Mittellinie bis zum untersten Punkt der Zygomaticomaxillarnaht gemessen, in verschiedenen Perioden miteinander vergleichen. Diese Zahlen respektive Verhältniszahlen betragen nach eigenen Messungen an getrockneten Schädeln: Neugeborenes: Höhe 26 *mm*, Breite 29 *mm* (100 : 111·5), 4 Monate 32 : 34 (100 : 106), 8 Monate 38 : 34·5 (100 : 90·8), 2 Jahre 42 : 36 (100 : 85·7), 4 Jahre 47 : 40 (100 : 85), 5 Jahre 50 : 43 (100 : 86), 7 Jahre 54 : 45 (100 : 83·3), 10 Jahre 53 : 46·5 (100 : 87·7), 12 Jahre 61 : 48 (100 : 78·7), 13 Jahre 63 : 49 (100 : 77·8), 14 Jahre 66 : 51 (100 : 77·2), 18 Jahre 67 : 51 (100 : 76·1).

Der Oberkiefer ist beim Kind auch in seiner sagittalen Ausdehnung im Rückstand gegen seine Breitentwicklung, wenn auch bei weitem nicht in dem Maße wie in seiner senkrechten Ausdehnung. Hieraus erklärt sich die Orthognathie des kindlichen Gesichtes, ferner die breite Gestaltung des Gaumens und die mehr halbkreisförmige Anordnung der Alveolenreihe.

Senile Veränderungen. Der Verlust der Zähne im höheren Alter ruft im Oberkiefer sehr eingreifende Veränderungen hervor (Fig. 20). Durch die Resorption der Alveolenwände und -scheidewände schwindet der ganze Alveolarfortsatz: der verbleibende Teil des Knochens bildet am Kieferrand eine abgerundete poröse Leiste. Es kann aber auch noch diese Leiste resorbiert werden und die Kaulinie eine ebene Fläche darstellen, die in einer

Flucht mit dem Gaumen liegt; die Kieferhöhle ist in solchen Fällen von der Mundhöhle bloß durch eine papierdünne Knochenlamelle getrennt. Auch die Form des Kieferbogens verändert sich, indem er von rechts nach links schmäler, vorn in der Mitte wie zugespitzt erscheint; demgemäß weist auch die niedrig gewordene mittlere Gesichtspartie des Knochens unter der Nasenöffnung in der Fortsetzung der Spina nasalis anterior einen mittleren Grat auf. Der Oberkiefer erscheint wieder niedrig wie beim Kind, der unter der Ebene des unteren Randes des Jochfortsatzes gelegene Abschnitt verödet zum großen Teil, von der Crista zygomatico-orbitalis bleibt nur der oberste Teil erhalten, an Stelle des unteren findet sich eine dreieckige, ebene, fast horizontale Fläche; manchmal erstreckt sich die Atrophie bis zum Processus zygomaticus. Die Fossa canina wird flacher, infolge des Zurücktretens der unter ihr gelegenen Gegend. Am stärksten ist die Atrophie in der Molarengegend, weshalb der Kieferrand hier oft eine bei der Seitenbetrachtung sichtbare Konkavität erkennen läßt.



Fig. 20.
Greisenschädel mit vollkommen atrophiertem Alveolarfortsatz.

III. Unterkiefer (Mandibula).

Der Unterkiefer besteht aus dem spangenförmigen, massiven, längs seines oberen Randes die Zähne tragenden Körper und den sich an die beiden Enden der Spange stumpfwinklig anschließenden, schräg nach hinten-oben ansteigenden breiten, flachen Ästen. Am Körper unterscheiden wir den die Zähne in sich fassenden schwächeren Alveolarteil, auch Alveolarfortsatz genannt, und den viel kräftigeren subalveolaren Hauptteil oder eigentlichen Körper. Der obere Rand wird als Alveolarrand, Limbus alveolaris, der untere als Basis mandibulae bezeichnet. Betrachtet man den Unterkieferkörper abwechselnd von der oberen und unteren Seite, so sieht man, daß die Krümmung der Basis und des Alveolarteiles nicht kongruent ist. Beide sind einer Parabel ähnlich, doch nähert sich der Alveolarbogen schon einigermaßen der elliptischen oder Hufeisenform, während der untere Bogen ausgesprochen parabolisch ist. Die Schenkel der oberen Parabel weichen viel weniger auseinander und gehen vorn viel abgerundeter ineinander über als die der unteren.

Der Unterkieferkörper ist am kräftigsten seitlich, entsprechend dem Gebiet des zweiten und dritten Mahlzahnes. Es ist erklärlich, daß der Knochen dort am massigsten ist, wo er beim Kauen am meisten mechanisch beansprucht wird. Hinter dem Weisheitszahn, nach dem Winkel zu, verdünnt sich der Knochen ziemlich rasch; nach der Mittellinie zu erfolgt die Verdünnung allmählicher und in viel geringerem Maße. Im Mittelgebiet erfährt der Knochen wieder eine lokale Verstärkung, besonders in seiner unteren Hälfte, durch den Ansatz des Kinnvorsprunges. Die dünnste Partie, der »Isthmus« des Kieferkörpers, entspricht in der Mehrzahl der Fälle (56%[1]) dem Gebiet der Prämolarzähne, seltener (44%) einer etwas mehr medianwärts gelegenen Stelle[2]. Der Alveolarrand läuft selten geradlinig, gewöhnlich ist er in seinen seitlichen Teilen nach unten leicht konkav; er folgt darin der sogenannten Speeschen Kurve der Kauebene. Der untere Rand zeigt oft, aber nicht regelmäßig, zwei flache Einziehungen, eine schwächere im Mittelgebiet: Incisura submentalis, nur von vorn sichtbar, und eine seitliche breitere vor dem Masseteransatz, Incisura praemasseterica (praemuscularis, praeangularis), die sich mehr oder weniger weit nach vorn erstreckt. Beide fehlen oft, besonders die mittlere; der untere Rand kann ganz geradlinig oder sogar einheitlich nach unten gewölbt sein, im letzteren Falle sprechen wir von einem »schaukelnden« Unterkiefer (Fig. 21). Der Basisrand ist seiner ganzen Länge nach gewulstet, seine dünnste Strecke hat er unmittelbar vor dem Masseteransatz.

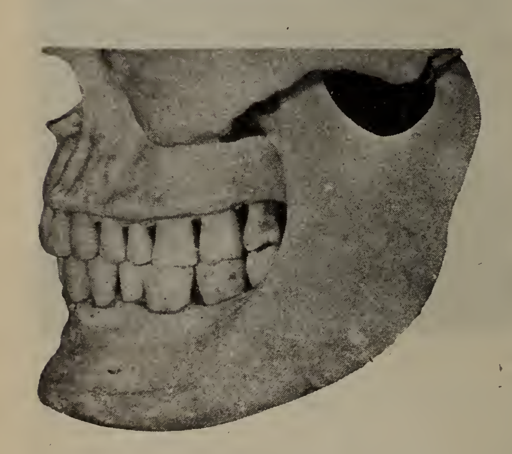


Fig. 21.
Schaukelnder Unterkiefer.

[1] Die auf den Unterkiefer bezüglichen statistischen Daten sind an 550 Unterkiefern festgestellt worden.

[2] Daß die Prädilektionsstelle der Brüche am Unterkiefer dennoch nicht dieses Isthmusgebiet ist, sondern die Gegend zwischen Eckzahn und lateralem Schneidezahn, und daß darnach an Häufigkeit der Frakturen die Medianebene und der Kieferwinkel kommen, zeigt, daß es hierbei nicht so sehr auf das Volumen des Knochens als vielmehr auf seine innere Festigkeit und besonders auf die Krümmungsverhältnisse ankommt. An der Caninus-Incisivusgrenze gehen die seitlichen Teile des Körpers in den Kinnbogen über, in der Mittellinie bricht der Körper besonders bei beiderseitigem Druck, die Gegend des vorderen Kieferwinkels ist durch die Knickung des Knochens dessen »gefährlicher Querschnitt«.

Von den Einzelheiten des Reliefs an der äußeren Fläche des Körpers sind folgende zu erwähnen: 1. Foramen mentale, die Austrittsstelle des sensiblen Nervus mentalis (Seitenast des N. alveolaris inf. vom dritten Trigeminusast) und der gleichnamigen Gefäße. Das Loch ist beim Menschen schief lateralwärts und nach oben gerichtet. Es liegt unter dem zweiten Prämolarzahn oder — in gleicher Häufigkeit — unter dem Zwischenraum zwischen zweitem und erstem Prämolar, in gleicher Entfernung vom oberen und unteren Rand; ab und zu (in 1·8%) ist es doppelt, gewöhnlich nur auf der einen Seite. 2. Linea obliqua, die direkte untere Fortsetzung des scharfen vorderen Randes vom Aste, läuft, sich allmählich verflachend, schief nach vorn-unten gegen den unteren Mandibularrand, den sie etwa in der Mitte der Seitenpartie des Körpers erreicht; sehr oft, vielleicht sogar in der Mehrzahl der Fälle, verliert sie sich schon früher. Bisweilen gabelt sie sich unter dem zweiten Mahlzahn in zwei Äste, in ihre eigentliche schräg absteigende Fortsetzung und einen weniger schiefen, fast horizontalen Ast, der dicht unter dem Foramen mentale gegen den Kinnvorsprung zu läuft. 3. Alveolarrippen, Juga alveolaria, im allgemeinen schwach entwickelt, oft überhaupt nicht sichtbar; am ehesten verursachen noch die Wurzeln des Caninus und des ersten Prämolars Vorsprünge. 4. Schräg verlaufende, parallelstreifige Muskelmarken unter dem Foramen mentale, durch den Ansatz des Platysma hervorgerufen (H. Virchow[1]). 5. Bei der Seitenbetrachtung des Unterkiefers sehen wir unter den Schneidezähnen zunächst eine Einziehung des Profilkonturs, Impressio subincisiva, dann erst folgt das für den Homo sapiens charakteristische vorgewölbte Kinn. 6. Am Kinn ist der Kinnwulst (Protuberantia mentalis) als besondere Erhebung zu unterscheiden. Er besteht aus einem senkrechten medianen leistenförmigen Teil und einem unteren, sich diesem T-förmig anschließenden gewulsteten queren Schenkel. Der senkrechte Teil entspricht der Verwachsungslinie der beiden fetalen Kieferhälften, der »Symphyse«. Er beginnt etwa in der Höhe der Wurzelspitzen der beiden I_1, tritt bald kammartig hervor und geht unter Verbreiterung in den kräftigen unteren Querwulst über. Dieser endigt zu beiden Seiten gewöhnlich, aber nicht immer mit je einem mehr oder weniger deutlich abgesetzten Knötchen, dem Tuberculum mentale. Bei der Betrachtung von unten erscheint die Kinnplatte nach vorn zumeist durch eine querlaufende gerade Linie begrenzt, die am Tuberculum mentale unter Bildung eines wohlausgeprägten stumpfen Winkels in die Konturlinie der Seitenpartie des Körpers übergeht. Allerdings trifft dies nur für die Mehrzahl der Fälle zu; bei einer ansehnlichen Minderheit (39%) sehen wir die Kinnpartie bei der Ansicht von unten gleichmäßig gerundet. Über dem

[1] H. Virchow, Muskelmarken am Schädel. Zeitschrift für Ethnologie Jahrg. 42, 1910, S. 688.

queren Teil des Kinnvorsprunges, zu beiden Seiten der senkrechten Leiste. befindet sich oft eine querliegende flache Grube, Fovea mentalis, manchmal eine recht tiefe Rinne, nach oben bisweilen durch eine leistenförmige Querlinie, Linea supramentalis transversa, begrenzt. 7. Unter dem zweiten Molarzahn, im Gebiet, wo der Knochen am stärksten ist, erhebt sich die äußere Fläche des Körpers oft zu einer breiten, wulstigen Vorbuchtung, Tuberositas submolarica. Besonders schön ist der Vorsprung sichtbar bei der Betrachtung von oben oder unten.

Einzelheiten an der Innenseite des Körpers: 1. Innerer Kinnstachel, Spina mentalis interna, eine außerordentlich variable stachelförmige, mit der Längsachse senkrecht verlaufende längliche Rauhigkeit, zum Ansatz der beiderseitigen Musculi genioglossi und darunter der Mm. geniohyoidei. Die Spina erscheint in sehr verschiedener Form und Ausbildung. Am häufigsten (42%) finde ich drei Höckerchen, zwei obere für die Genioglossi und ein unpaares medianes, längliches unteres für die Geniohyoidei. Dann folgt in der Häufigkeitsskala mit 33% jene Form, bei der sich die Spina als einheitliche, kielförmige, in der Mitte ihrer Höhe in einer Spitze hervorstehende Leiste darstellt, die sich in 10% als Crista mentalis interna bis zum unteren Rand verlängert. Damit sind die zwei weitaus häufigsten Formen gekennzeichnet. Von besonderem Interesse ist jene seltenere primitive Form — primitiv, weil sie für die Anthropoiden und den Neandertaler Menschen charakteristisch ist —, bei der nur eine untere Spina geniohyoidei vorliegt, an Stelle der Spina genioglossi dagegen das Gegenteil, nämlich eine Vertiefung, vorhanden ist; ich habe dieses Verhalten an 32 von 350 rezenten Unterkiefern, also in annähernd 6%, feststellen können. In 14·5% sind nur schwache Spuren der ganzen Bildung vorhanden, in 4·5% fehlt jede Spur. — 2. Nur selten fehlt im Bereich der Spina ein oft doppeltes oder multiples Gefäßloch, Foramen nutritium mandibulae, für einen Ast der Arteria sublingualis bestimmt. Die Öffnung hat in 39% über der Spina ihre Lage, in 34% ist neben der oberen Öffnung noch eine unter der Spina befindliche vorhanden. In 11% liegt nur letztere vor. Seltener (5·5%) sitzt das Foramen mitten auf der Spina; in 7% sind mehrere um die Spina verteilte Foraminula vorhanden, in 3·5% fehlt jede Öffnung. — 3. Foveae digastricae, zwei querlaufende, seichte, einem leichten Fingereindruck ähnliche Vertiefungen, halb und halb schon am unteren Rand des Knochens, zu beiden Seiten der Mittellinie. — 4. Foveae sublinguales, ovale Grübchen, weiter oben, rechts und links von der Spina mentalis, für den Kopf der Unterzungendrüse, nicht beständig, bisweilen aber als recht tiefe Aushöhlungen ausgeprägt. — 5. Linea mylohyoidea, eine scharfe Kante, beginnt am lateralen Ende der eben genannten Grube etwa unter dem ersten Molar und zieht schief nach oben und lateralwärts, um sich jenseits des dritten

Molarzahnes, etwa 1 *cm* unter dem Alveolarrand, schon im Bereich des Ramus zu verlieren. Sie bildet die obere Begrenzung einer länglichen Vertiefung, Impressio glandulae submandibularis. Am unteren Abhang der Kante setzt sich die laterale Abteilung des M. mylohyoideus an. Manchmal erstreckt sich die Linie medianwärts zwischen Fovea digastrica und sublingualis bis zur Mittellinie, die sie in der Nähe des unteren Randes erreicht.

Das Übergangsgebiet des Körpers in den Ast heißt Unterkieferwinkel, Angulus mandibulae, der hintere Rand dieses Winkels Margo angularis. Letzterer kann abgerundet oder, seltener, stumpf abgeschrägt sein (primitive Form), er ist in der Regel saumförmig verstärkt und erscheint nicht selten in seinem unteren horizontalen Abschnitt mehr oder weniger nach außen umgebogen und etwas verlängert. Ist diese Ausbiegung stärker und der Winkel vorspringender, so wird der hervorstehende Teil am unteren Rand als Winkelfortsatz, Processus anguli (Toldt), bezeichnet. Die Bezeichnung Proc. lemurinicus, Apophysis lemurica (Albrecht) ist unzutreffend, da der bei Lemuren und auch bei Hylobates und anderen Säugern vorhandene Fortsatz des Unterkieferwinkels seiner Lage und Bestimmung nach von ganz anderer Bedeutung ist; er ist nicht nach unten, sondern nach hinten gerichtet, dabei nur ausnahmsweise leicht umgebogen und hat mit den Musc. masseter und Pterygoideus internus nichts zu tun, während der Winkelfortsatz des menschlichen Unterkiefers augenscheinlich zu diesen Muskeln Beziehungen hat. In einem Teil der Fälle dürften es allerdings eher atrophische Vorgänge sein, die zur Bildung des Fortsatzes führen (Toldt, Jentsch). Der Winkelfortsatz kommt nach Balli (1907) beim normalen Europäer in 18·46%, nach Jentsch (1914) in 14% vor.

Die Längsachse des Körpers und des Astes schneiden sich unter einem Winkel von 120° bis 130°. Diese Angabe bezieht sich auf den Unterkiefer erwachsener, aber noch nicht seniler Individuen. Beim Neugeborenen beträgt der Winkel durchschnittlich 150° (Kieffer[1]), im höheren Alter nach der Resorption des Alveolarteiles nähert er sich wieder kindlichen Werten (130° bis 140°). Die individuelle Variationsbreite geht von 88° bis 142°, das heißt es gibt Unterkiefer, bei denen sich die stumpfe kindliche Form des Winkels erhält, und wieder andere, die einen dem der Anthropoiden ähnlichen Astwinkel (um 90°) haben.

Gehen wir nun zu dem Aste (Ramus mandibulae) über. Sein vorderer Rand ist S-förmig geschwungen, in seiner oberen Hälfte, die schon dem Rabenschnabelfortsatz angehört, nach vorn konvex, in seiner unteren konkav, Incisura subcoronoidea. Auch der hintere Rand ist in seinem mittleren

[1] I. Kieffer, Beiträge zur Kenntnis der Veränderung am Unterkiefer und Kiefergelenk des Menschen durch Alter und Zahnverlust. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie Bd. 11, 1908, S. 1.

Drittel flach ausgehöhlt, Incisura subcondyloidea. Da die beiden Inzisuren einander gegenüber liegen, ist der Ast in der Mitte seiner Höhe von vorn nach hinten am schmälsten. Oben trennt der scharfrandige, bald tiefere, bald seichtere halbmondförmige Ausschnitt, Incisura mandibulae (superior), die beiden Fortsätze des Astes voneinander: den vorderen, für den Ansatz des Schläfenmuskels bestimmten Rabenschnabelfortsatz (Processus coronoideus) und den hinteren Gelenkfortsatz (Processus articularis). Am oberen Ende des letzteren sitzt, etwas unsymmetrisch, mehr nach innen verschoben, gegen den Hauptteil des Astes durch eine verdünnte Partie, den Hals, abgesetzt, der ellipsoidisch-walzenförmige Gelenkkopf (Condylus s. Capitulum mandibulae).

An der äußeren Fläche des Astes sind rippenförmig hervorstehende, schief verlaufende Leisten, Ansatzmarken des Musc. masseter, und dicht am unteren Rand eine ebenfalls von diesem Muskel herrührende unregelmäßige Rauhigkeit (Tuberositas masseterica) zu erwähnen. Das Ansatzfeld dieses Muskels stellt sich in seiner unteren Hälfte zumeist als seichte Vertiefung dar, nach vorn oft ziemlich deutlich begrenzt. Eine zweite dreieckige, mit der Spitze nach unten gekehrte, leicht vertiefte Stelle findet sich unmittelbar unter dem oberen Einschnitt des Astes zwischen Rabenschnabel- und Gelenkfortsatz. An der Basis des Proc. coronoideus ist die Insertionsgrenze des Schläfenmuskels als schief verlaufender erhöhter Rand in der Regel zu erkennen. Erwähnenswert ist noch eine ziemlich kräftige Leiste, die von der lateralen Ecke des Kieferköpfchens in der Nähe des hinteren Randes schief nach vorn-unten herabsteigt, sich aber schon in der Mittelhöhe des Astes verliert. Nennen wir sie Crista ectocondyloidea.

Relief an der Innenfläche des Astes (Fig. 22 und 23): 1. Foramen mandibulare, der Eingang in den Mandibularkanal, liegt ungefähr in mittlerer Höhe des Ramus, 22 *mm* von der halbmondförmigen Inzisur, 27 *mm* vom unteren Rand, 15 und 13 *mm* weit vom vorderen und vom hinteren Rand entfernt (Michel), gewöhnlich in der Höhe der Kaulinie der Unterzähne. Das Foramen wird von der vorderen Seite her durch ein scharfrandiges, nach oben zugespitztes Knochenplättchen, die Lingula mandibularis, eingeengt. Vom Eingang des Kanals zieht schief nach unten, auf das Gebiet des Körpers übergreifend, der von scharfen Rändern eingefaßte schmale Sulcus nervi mylohyoidei. 2. An der Innenfläche des Winkels fehlt kaum jemals eine variabel entwickelte Rauhigkeit, entsprechend der Insertionsstelle des inneren Flügelmuskels: Tuberositas pterygoidea. 3. Die Alveolen des zweiten und dritten Molarzahnes sind sowohl an ihrem inneren wie an ihrem äußeren Rand leicht saumförmig verstärkt, diese Säume setzen sich über den Weisheitszahn hinaus noch eine Strecke als schmale Leisten fort, um in einiger Entfernung hinter diesem sich spitzwinklig zu ver-

einigen. Sie umgrenzen dadurch ein dreieckiges Feld hinter dem Weisheitszahn, das Trigonum postmolare (Klaatsch[1]). Die äußere Leiste ist die Crista buccinatoria, von Henle so benannt. Waldeyer hat es zwar bezweifelt[2], auf Grund der Präparationen von H. Virchow, daß die Leiste diesen Namen beanspruchen dürfe, da sich der Musc. buccinator nicht an ihr, sondern 4 *mm* unterhalb und lateralwärts von ihr inseriere, doch zeigen die von mir ausgeführten Nachprüfungen, daß dies bestenfalls nur für Ausnahmefälle zutreffen kann; in den von mir untersuchten Fällen diente die Crista, wenigstens im Bereich des Weisheitszahnes und dahinter, stets dem Muskel zum Ansatz, allerdings nicht an ihrer scharfen Kante, sondern an der feinen Furche, die unter der Kante läuft, bis etwa 8 *mm* jenseits des Weisheitszahnes, das heißt bis zur Stelle, wo sich die Crista mit der inneren Alveolarleiste vereinigt. Letztere kann man als Crista endoalveolaris bezeichnen. Das Trigonum selbst hat einen Längsdurchmesser von etwa 8 *mm*, der Knochen ist in seinem Gebiet rauh, von Gefäßlöchern durchsetzt, in der Regel leicht ausgehöhlt, seltener eben oder schwach vorgebuchtet. Das sehr variable, manchmal sehr kurze Dreieck entspricht der Stelle, wo abnormerweise ein vollentwickelter oder rudimentärer vierter Molar zur Ausbildung kommt. Es stellt die Basis des sogenannten Spatium coronoideo-molare, das heißt des auch bei geschlossenen Zahnreihen offenen schmalen Zwischenraumes zwischen dem Weisheitszahn und dem vorderen Rand des Astes dar.

4. An die Vereinigungsstelle der beiden genannten Cristae schließt sich nach oben ein kräftiger, an der Innenseite des Ramus unter dreieckiger Verbreiterung senkrecht emporsteigender Wulst, der Torus verticalis oder einfach Torus mandibulae, an. Er entsteht, wie weiter unten ausführlicher darzustellen sein wird, durch das Zusammentreffen und die Kreuzung der vom Proc. coronoideus und Proc. condyloideus kommenden Trajektorienzüge. Der Wulst ist kaum 1·5 bis 2 *cm* lang, er bildet zusammen mit der Crista buccinatoria die medial-hintere Grenze einer tiefen und breiten senkrechten Mulde, deren lateral-vordere Begrenzung durch den vorderen Rand des Astes und in dessen Fortsetzung durch die Linea obliqua externa beigestellt wird. Man kann die Furche leicht an sich selbst mit dem Finger hinter und über dem letzten Molar herausfühlen, da sie bloß von der Schleimhaut bedeckt ist. Sie ist von Bünte und Moral als Fossa retromolaris, von Klaatsch als Fossa praecoronoidea, von Wal-

---

[1] H. Klaatsch, Kraniomorphologie und Kraniotrigonometrie. Archiv für Anthropologie Bd. 8, 1909, S. 101.

[2] W. Waldeyer, Abnorme Lagerung eines dritten unteren Molaren im Processus coronoideus mandibulae. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Jahrg. 1910, S. 241.

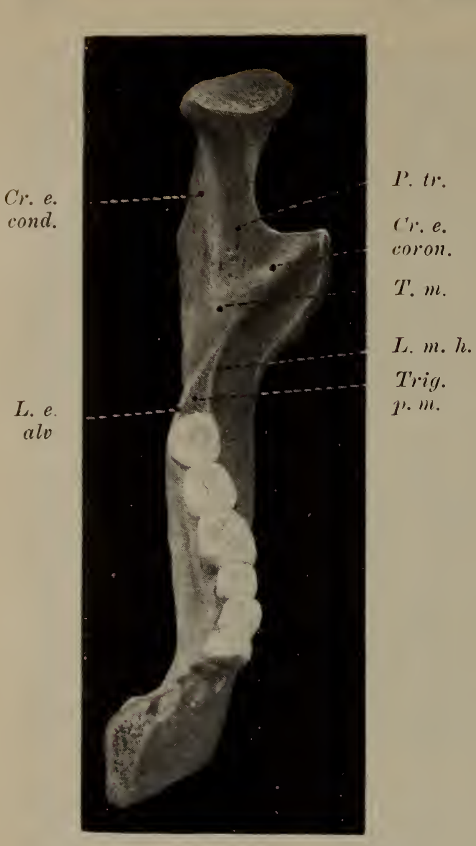


Fig. 22.

deyer also Fossa coronoidea bezeichnet worden. Zweckmäßiger scheint es mir, sie mit dem einfachen prägnanten Namen Recessus mandibulae zu bezeichnen, um so mehr da sie mit dem eigentlichen Processus coronoideus kaum etwas zu tun hat, anderseits aber der Name Fossa retromolaris leicht eine Verwechslung mit dem manchmal grubenartig ausgehöhlten Trigonum postmolare oder retromolare (Braun) zuläßt. Nach unten zu verflacht sie sich und verschwindet unter dem zweiten Molarzahn auf der Außenfläche des Körpers; nach oben ist

Fig. 22 und 23.

Unterkiefer, von der Kauflächenseite und von innen betrachtet.

Cr. e. cond. Crista endocondyloidea; *Cr. e. coron.* Crista endocoronoidea; *L. e. alv.* Linea endoalveolaris; *L. int. m.* Linea intermedia; *L. m. h.* Linea mylohyoidea; *P. tr.* Planum triangulare; *R. m.* Recessus mandibulae; *S. m. h.* Sulcus mylohyoideus; *S. r. t.* Sulcus retrotoralis; *T. m.* Torus mandibulae; *Trig. p. m.* Trigonum postmolare.



Fig. 23.

sie elliptisch begrenzt durch den erhöhten Rand des Ansatzgebietes des Musc. temporalis.

5. Der Torus teilt sich oben, 1·5 bis 2 *cm* unter der halbmondförmigen Inzisur, fast rechtwinklig in zwei Äste. *a)* Der vordere Ast, Crista endocoronoidea, stellt die eigentliche Fortsetzung des Torus dar. Die Leiste steigt, sich allmählich verflachend, senkrecht bis zur Spitze des Proc. coronoideus empor. *b)* Die hintere Abzweigung, Crista endocondyloidea, gewöhnlich schwächer, manchmal aber noch kräftiger als die vordere, zieht schief nach hinten-oben zur inneren Ecke der Kieferwalze, die sie leicht noch vorn gekrümmt erreicht. Sie bildet die innere Grenze der Fossa pterygoidea.

6. Zwischen den beiden letztbeschriebenen Leisten findet sich unter der halbmondförmigen Inzisur eine flache Einsenkung, entsprechend der ähnlichen dreieckigen Vertiefung der Außenfläche. Durch die beiden Einsenkungen wird der Knochen hier flughautartig dünn, durchscheinend. Eine zweite, längliche Vertiefung ist hinter dem Torus und der Crista endocondyloidea anzutreffen: Sulcus retrotoralis. Die Furche führt schief von oben-hinten zum Foramen mandibulare hin.

Die Geschlechtsunterschiede prägen sich am Unterkiefer ziemlich markant aus; in den meisten Fällen ist es möglich, das Geschlecht an der Mandibula zu erkennen. Der weibliche Unterkiefer ist leichter (84 *g* ♂ : 62 *g* ♀), dünner, graziler, in der Winkelgegend schmäler, der Ast schlanker und niedriger, der Winkel stumpfer als beim Mann, die beiden Seitenteile treten in der Mitte unter spitzerem Winkel zusammen (124·4° ♂ : 122·3° ♀ nach Adams[1]). Alle Muskelrauhigkeiten sind weniger ausgesprochen, die Kinnprotuberanz ist schwächer entwickelt.

Zahllos sind die individuellen Variationen des Unterkiefers sowohl in seiner Gesamtform wie in den verschiedenen Einzelheiten seines Baues. Die Gesamtform steht natürlich in Beziehung zu der Gestaltung des Obergesichtes, an dessen Dimensionen ja die Mandibula durch ihren Anschluß am Kiefergelenk und an den Zähnen bis zu einem gewissen Grad gebunden ist. Es gibt an den Winkeln stark ausladende, eckige, breite, dann wieder schlankere, nach unten sich verjüngende Formen; der Ast kann höher, niedriger, sein oberer Ausschnitt seichter oder tiefer sein usw. An manchen Mandibeln ist das Relief der Oberfläche kaum angedeutet, der Knochen überall glatt, wie poliert, ohne Höcker und Furchen, an anderen sehen wir wieder alle Vorsprünge und Rauhigkeiten scharf herausmodelliert, ohne daß der Grund dieses Unterschiedes ersichtlich wäre. Gewöhnlich zeichnen sich kräftige männliche Mandibeln durch gut ausgeprägtes Relief aus, in anderen Fällen aber läßt sich letzteres eher auf atrophische Vorgänge am Knochen zurückführen. Für den Stomatologen sind besonders die Verschiedenheiten in der Massivität des Knochens, die sich auch auf den Alveolarteil erstrecken, von Interesse. Das meiste gehört hauptsächlich in die Interessensphäre des Anatomen und Anthropologen. Eine eingehendere, wenn auch bei weitem nicht erschöpfende Darstellung dieses Gegenstandes findet man in Martins Lehrbuch der Anthropologie, S. 868—884, worauf

---

[1] E. Adams, Über Geschlechtsunterschiede im Bereich des menschlichen Gesichtsschädels. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 35, 1917, S. 289.

hier verwiesen sein soll. Dort ist auch über die anthropologischen Untersuchungs- und Meßmethoden des Unterkiefers nachzulesen.

Bonwill glaubte, nach der Untersuchung mehrerer Tausende von Schädeln eine Gesetzmäßigkeit im Bau des Ober- und Unterkiefers nachweisen zu können. Am Unterkiefer soll die Entfernung der Mitte beider Unterkiefergelenkköpfe voneinander und von der Berührungsecke der beiden mittleren unteren Schneidezähne gleich sein (Bonwillsches Dreieck) und die Verbindungslinien dieser drei Punkte sollen die Seiten eines gleichseitigen Dreiecks bilden, dessen Länge durchschnittlich 100 *mm* beträgt; dasselbe gelte auch für den Oberkiefer, wenn man statt der unteren Schneidezähne die oberen, statt des Gelenkkopfes die Mitten der Gelenkpfannen nimmt. Schon die Untersuchung einer kleineren Anzahl von Schädeln zeigt uns, daß dies nur sehr annähernd zutrifft; die Werte dieser Maße und ihr Verhältnis zueinander wechseln innerhalb nicht unbedeutender Grenzen. Gewöhnlich ist die Entfernung der Kondylenmitten voneinander größer als ihre Entfernung von den medialen Schneidezähnen.

Das regste Interesse wurde der Gestaltung der Kinngegend entgegengebracht. Schon Linné bezeichnete das vorstehende Kinn, das »Mentum prominens«, als charakteristisches Merkmal des Menschen; kein Tier weist eine ähnliche Ausbildung der Kinngegend auf; überall weicht das Kinn schief zurück, ohne besonderen Vorsprung. Doch auch bei den einzelnen menschlichen Individuen bestehen beträchtliche Unterschiede in dem Grad des Vorstehens der Kinnpartie. Es handelt sich zunächst darum, eine exakte Methode zu besitzen, um diese Differenzen zahlenmäßig als Winkelmaß zum Ausdruck bringen zu können. Der Medianpunkt des Alveolarrandes zwischen den beiden medialen Schneidezähnen (das Infradentale oder Incision inferius der Anthropologen) wird mit der hervorstehendsten Stelle des Kinnes (dem Pogonion) durch eine gerade Linie verbunden. Nach dem älteren Vorgehen (Topinard 1886) wird nun diese Linie in Beziehung gebracht zu der Geraden, die bei der Profilansicht des Schädels am unteren Rand des Unterkieferkörpers zwischen den am meisten nach unten hervorragenden Punkten vorn und am Winkel gelegt wird. Der durch die beiden Linien eingefaßte »Kinnwinkel« beträgt bei der weißen Rasse 65—71°, beim Australier 83°, beim Neandertaler 94—106°, beim Gorilla 105°, beim Schimpansen 115°, beim Orang-Utan 124° (Merejkowski, Boule). Da aber an manchen Schädeln der untere Rand in seiner Gesamtheit konvex ist (s. Fig. 20), so daß eine Gerade hier in zuverlässiger Weise gar nicht gezogen werden kann, überdies der Verlauf dieser Linie durch die spezielle Gestaltung der Winkelgegend manchmal in eine ganz falsche Bahn gelenkt wird, wodurch dann auch der Kinnwinkel unabhängig von der Art der Kinnbildung eine Beeinflussung erfährt, hat Klaatsch (1909) vorgeschlagen, die Infradentale-Pogonion-Linie anstatt auf die Basis-Horizontale auf die Alveolarlinie zu beziehen, das heißt auf eine Gerade, die zwischen den tiefsten Punkten der Alveolenränder des mittleren Inzisivus und des letzten Molars gelegt wird. Der so bestimmte Klaatschsche Kieferwinkel zeigt ganz andere Werte als der oben genannte. Fällt man im Profilbild des Unterkiefers vom Infradentale herunter eine Senkrechte auf diese Horizontale, so läuft die den Medianpunkt des Alveolarrandes mit dem Kinn verbindende Linie entweder vor dieser Senkrechten, oder sie fällt mit ihr zusammen, oder endlich bleibt sie hinter ihr. Im ersten Fall nennt Klaatsch das Kinn positiv, im zweiten neutral, im dritten negativ. Nun haftet aber, wie Frizzi (1910) gezeigt hat, auch dieser Art der Bestimmung ein Mangel an. Die Infradentale-Pogonion-Linie ist kein zuverlässiger Indikator für die Neigung der Kinnplatte. Stehen die Unterzähne samt ihren Alveolen schief nach vorn, wie dies bei den prognathen Völkern und bei der alveolaren Prognathie überhaupt der Fall ist, so wird das obere Ende dieser Linie mehr oder weniger nach vorn abgelenkt. Will man daher nur die Kinnentwick-

lung, unabhängig von der Ausbildung des Alveolarteiles, untersuchen, so darf man die Senkrechte nicht vom Infradentale aus errichten, sondern muß sie an der tiefsten Stelle der Impressio subincisiva beginnen lassen. Nur wenn das Kinn auch hinter dieser Linie zurückbleibt, wird man füglich von einem Negativkinn sprechen dürfen. Auch die zur Bestimmung des Kinnwinkels zum Kinnvorsprung gezogene Linie muß von dieser Stelle ausgehen. Damit erhalten wir wieder eine dritte Gattung von Kinnwinkel. Noch vermehrt wird die Zahl dieser Winkel, wenn die Neigung der Kinnplatte weder auf die Basislinie noch auf die Klaatschsche Alveolarhorizontale, sondern auf die deutsche Horizontale des Schädels (unterer Augenhöhlenrand — oberer Rand der Ohröffnung) bezogen wird, wie es vorgeschlagen wurde.

Die ältesten uns bekannten Vertreter des Genus Homo, der Homo Heidelbergensis (Unterkiefer von Mauer) und sämtliche zur Neandertaler Rasse gehörigen Unterkiefer zeigen ein schief zurückstehendes Kinn, ein früheres phylogenetisches Stadium der Kinnentwicklung. Auch die nächstfolgende diluviale Rasse, der Homo Aurignacensis, weist noch nicht völlig das frei hervorstehende Kinn der gegenwärtigen Menschheit auf; erst bei dem »Renntierjäger«, dem Crômagnonmenschen, tritt es vollentwickelt in die Erscheinung. Von den jetzigen Rassen haben die Eskimos und die Australier das am wenigsten entwickelte Kinn.

In aller Kürze möchte ich hier auch noch das mehr den Anthropologen interessierende Problem der Kinnentstehung berühren, das heißt die Frage, welche Umstände auf die stammesgeschichtliche Ausbildung des vorstehenden menschlichen Kinnes von Einfluß gewesen sein mögen. Im allgemeinen wird die Entwicklung des Kinnvorsprunges mit der Reduktion der Zähne in Zusammenhang gebracht. Bei der Verkleinerung und Zurückziehung des Alveolarteiles sei die Kinngegend, durch diesen Reduktionsprozeß unberührt, gewissermaßen an Ort und Stelle geblieben und dadurch passiv gegen den zahntragenden Teil in eine vorgerückte Lage geraten. Neben diesem passiven Vorgang nimmt Walkhoff in einer Reihe von hochinteressanten Mitteilungen seit 1902 auch ein aktives Vortreten des Kinnes unter der Einwirkung der beim Sprechen tätigen Muskeln, insbesondere des Musc. genioglossus und des Musc. biventer, an; diese rufen in der Spongiosa des Unterkiefers die Herausdifferenzierung besonderer Balkenzüge, Trajektorien hervor, die dann ihrerseits durch ihre zunehmende starke Entwicklung die Gegend des Kinnes gleichsam vortreiben. Es liegt dieser Anschauung meiner Ansicht nach eine gewisse Überschätzung der Trajektorien zugrunde. Diese figurieren hier gleichsam als selbständige Bildungen, während sie in Wirklichkeit nichts anderes sind als ein Ausdruck der inneren Anordnung der Spongiosa. Das Primäre ist doch beim Knochenwachstum immer die Vermehrung der Compacta und Spongiosa, in welch letzterer sich dann sekundär die Trajektorienzüge durch funktionelle Reize herausbilden. Also das Knochenwachstum bedingt die Zunahme der Trajektorien und nicht das Wachstum der Trajektorien die Zunahme der Knochensubstanz. — Auf die formgestaltende Wirkung der beim Sprechen beteiligten Muskeln führt die Kinnbildung neuerdings auch Robinson[1] zurück. Die Walkhoffsche Hypothese ist mehrfach und unleugbar mit gewichtigen Gründen angegriffen worden, so namentlich von E. Fischer (1903) und Weidenreich (1904), von letzterem besonders mit dem Argument, daß es sich bei den Walkhoffschen Sprachtrajektorien, die vermeintlich nur beim Menschen vorkommen, wahrscheinlich überhaupt nicht um Trajektorien, sondern um Gefäßkanäle des Knochens handle, die auch bei den Affen, wenn auch nicht immer in derselben Anordnung, vorhanden seien, ferner daß die drei-

[1] L. Robinson, The story of the chin. Smithsonian Report 1914, pag. 599 — Referiert in der Deutschen Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrgang 34, S. 580.

eckige Schwärzung, die Walkhoff bei Röntgenaufnahmen des Kinnes von vornher bekam, lediglich eine Folge der größeren Dicke des Knochens in der Kinngegend sei. Auch Toldt (1905) faßt die Kinnbildung als aktiven Vorgang auf, sucht aber deren Ursache in gewissen, durch die spezifisch menschliche Schädel- und Obergesichtsform bedingten mechanischen Momenten. Die von Toldt meiner Ansicht nach etwas zu stark in den Vordergrund gestellten Kinnknöchelchen (siehe Entwicklung des Unterkiefers) werfen, wie Klaatsch mit Recht betont hat, auf das eigentliche Kinnproblem kein Licht: sie illustrieren nur die Technik, mit der der Kinnvorsprung verwirklicht wird, nicht aber die eigentlichen treibenden Ursachen der Kinnbildung.

Ein spezifisch menschliches Merkmal ist die eigenartige Orientierung des Foramen mentale. Bei allen Tieren, wo wir ein einheitliches Foramen mentale finden, ist dieses — mit Ausnahme des Gorilla und Schimpansen — gegen die Mittellinie gerichtet, das heißt die Öffnung ist oben, lateral und unten durch einen scharfen Rand begrenzt, medianwärts dagegen läuft sie in eine Furche aus. Dies ist auch das natürliche, da sich ja die aus der Öffnung hervortretenden Gebilde, Nerv und Gefäße, zu den Weichteilen der Kinngegend und zur Schleimhaut im Mittelgebiet der Unterlippe zu begeben haben. Anders beim Menschen. Hier finden wir im Gegenteil das Loch auf der medialen und unteren Seite scharfkantig umrandet, während lateralwärts und nach oben nicht nur jede deutliche Begrenzung fehlt, sondern in der Regel eine Furche, oft sogar eine längliche Grube, Bertellis Fossa mandibularis, vorhanden ist, die, den Verlauf der aus dem Foramen austretenden Gebilde anzeigend, sich schräg lateral-aufwärts gegen die Molargegend richtet, aber schon sehr bald aufhört. Das Verhalten ist ziemlich beständig zu nennen. Von 300 daraufhin von mir untersuchten Unterkiefern erwies sich nur bei zehn Exemplaren (3%) das Foramen durch einen kreisförmig geschlossenen scharfen Rand umgeben und nur an einem einzigen mikrokephaloiden Schädel zeigte es sich nach dem tierischen Typus medianwärts und nach unten in eine Furche auslaufend; bei allen übrigen lag das geschilderte Verhalten vor, wobei in der einen Hälfte der Fälle die Ausmündungsrichtung mehr nach der lateralen, in der anderen mehr nach der oberen Seite gravitierte. Letzteres ist als eine gorilloid-schimpansoide Form zu bezeichnen. Diese beiden Menschenaffen sind nämlich die einzigen Tiere, bei denen die Ausmündung des Kanals nicht gegen die Kinngegend zu erfolgt, wie es noch beim Orang-Utan der Fall ist, sondern in einer sich der menschlichen Form nähernden Weise, allerdings nicht nach lateral-oben wie in 50% beim Menschen, sondern genau senkrecht nach oben; so wenigstens finde ich es an allen dreien mir vorliegenden Schimpansenschädeln und an dreien von fünf Gorillaschädeln (bei zweien ist das Foramen nach oben-medianwärts gerichtet). Diese gorilloide Form ist auch die Regel beim Kind bis zum dritten Jahr; bis zu diesem Zeitpunkt finde ich das Foramen stets senkrecht nach oben orientiert, beim dreijährigen Kind begegnete ich zuerst der lateralen Ausmündungsform, die dann in den nächsten Jahren allmählich überhandnimmt.

Wie verhalten sich nun aber bei dieser Sachlage Nerv und Gefäße? Um diese Frage zu entscheiden, wurden mehrere menschliche Köpfe in Formalin gehärtet und der Nervus mentalis an seiner Austrittsstelle präpariert, ebenso auch der Nervus alveolaris inferior durch Aufmeißlung des Kanals freigelegt (Fig. 24). Die Härtung ist notwendig, damit der Nerv beim Präparieren in situ bleibt. Es ergab sich folgendes: Der Nervus alveolaris inferior — dasselbe gilt natürlich auch für die begleitenden Gefäße — überschreitet in seinem kinnwärts gerichteten Verlauf im Kanal ein wenig die Stelle des Foramen mentale; er muß sich daher, um mit Abrechnung des geringen in der Kieferspongiosa weiterziehenden Teiles als Nervus mentalis durch das Foramen auf die Knochenoberfläche gelangen zu können, ein wenig zurückbiegen. Es kommt daher schon im Kanal am

Grunde des Foramen mentale zur Bildung einer rückläufigen Schlinge. Eine zweite Schlinge liegt außerhalb des Kanals, indem der Nerv, der sich zunächst in die ihn in falscher Richtung führende Furche hineingelegt hat, sehr bald sozusagen zur Besinnung kommt und sich hakenförmig zurückbiegt, um in die ihn zu seinem Bestimmungsort hinleitende Direktion einzulenken.

Der Eindruck, den das merkwürdige Verhalten hervorruft, ist der, daß es sich hier um die Folge gewisser in der späteren Fetalzeit einsetzender und erst mehrere Jahre nach der Geburt zum Abschluß kommender Wachstumsverschiebungen zwischen Nerv und Knochen handelt, vergleichbar etwa dem Ascensus medullae spinalis. Der Gedanke ist wohl kaum von der Hand zu weisen, daß das Verhalten im Zusammenhang steht mit der Ausbildung des Mentum prominens des Menschen.



Fig. 24.
Nervus alveolaris inferior und mentalis, letzterer bald nach seinem Austritt aus dem Foramen mentale abgeschnitten. Vordere Kortikalplatte und Spongiosa des Unterkiefers teilweise entfernt, die Nerven durch Härtung in starkem Formalin in situ fixiert. Man sieht die Doppelschlinge des N. mentalis, der durch den bekannten Fehler photographischer Aufnahmen infolge näherer Lage zur Kamera dicker erscheint als der N. alveolaris inf.

Innere Architektur des Unterkiefers. Über die Architektur der Spongiosa des Unterkiefers liegen die älteren Mitteilungen von Walkhoff (1900—1902) und die neueren L. v. Davidas (1915) vor.

Walkhoffs Angaben[1] beruhen hauptsächlich auf Röntgenbildern der Mandibula. Im Mittelgebiet des Körpers (Fig. 25) beschreibt Walkhoff drei sagittal verlaufende stärkere Balken der Spongiosa, Trajektorien, die er zu den an der Rückfläche des Kinnes inserierenden Muskeln in Beziehung bringt. Von der Ansatzstelle des Musc. genioglossus, oberhalb der Spina mentalis, entspringt ein starker Knochenbalkenzug, der in schräger Richtung nach unten zum Kinn verläuft. Ein anderes Trajektorium geht von der Ansatzstelle des Musc. digastricus vom inneren-unteren Rand des Kiefers in schräger Richtung nach oben gegen die äußere Fläche. Beide Trajektorien durchkreuzen sich mitten in der Spongiosa. Unmittelbar unter der Spina geht dann noch nahezu horizontal das Trajektorium des Musc. geniohyoideus zur vorderen Kieferplatte. Bei der Aufnahme von vorn sieht man am Röntgenbild ein dem Kinnhöcker entsprechendes dunkles Dreieck, dessen Spitze nach oben, dessen Basis nach unten gewendet ist. Es kommt

[1] O. Walkhoff, Der menschliche Unterkiefer im Lichte der Entwicklungsmechanik. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrgang 18, 1900, und 19, 1901. Derselbe, Der Unterkiefer der Anthropomorphen und des Menschen. In: E. Selenka, Menschaffen, Lieferung 4, Wiesbaden, 1902.

dadurch zustande, daß der Zug des Genioglossus mit dem Trajektorium des Geniohyoideus nach jeder Seite von der Symphyse eine abfallende Ebene bildet.

In der Spongiosa des Kieferkörpers kann man zwei Teile unterscheiden. Im Alveolarteil zeigt sich eine ganz bestimmte Anordnung der Knochenbälkchen, ihr Verlauf ist nämlich nahezu horizontal. Die Zähne schweben wie in einem horizontal ausgespannten Netzwerk; die Stärke der Bälkchen ist bedeutend größer als die der gesamten übrigen Spongiosa des Kiefers. Im Gebiet unter dem Alveolarteil besteht die Spongiosa aus einem großmaschigen, ebenfalls horizontalen Balkennetz, worin aber schon einzelne Bälkchen häufig aufwärts gegen die Wurzeln der Zähne ziehen. Es sind das Druckbälkchen gegen die beim Kauakt durch die Zähne auf den Kiefer ausgeübte Kraft. Nach der lingualen und labialen beziehungsweise bukkalen Seite sind die Bälkchen der Spongiosa kranartig angeordnet: sie steigen von der Basis des Kiefers auf und biegen in kurzen Bogen nach der inneren Oberfläche der Alveolen um, wo sie in jenen Faserkorb übergehen, der die Alveolenschale bildet. Die Zähne hängen gleichsam in einem Korbe, wodurch eine gewisse Elastizität in ihrer Einkeilung gewährleistet wird. Auf den Kieferkörper greifen auch die Trajektorien über, die entsprechend der Linea obliqua externa und interna vom Aste herkommen. Die Kieferbasis wird durch eine besonders starke Schicht kompakter Substanz gebildet; etwas schwächer ist die hintere Kortikalplatte des Kieferkörpers, am schwächsten die vordere kompakte Rinde.

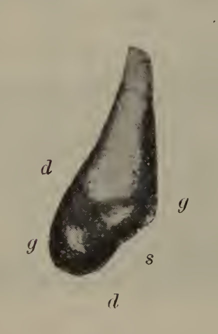


Fig 25.
Trajektorien in der Medianlinie eines menschlichen Unterkiefers, von Walkhoff in Beziehung gebracht mit der Wirkung des M. genioglossus g. g. und des M. digastricus d. d. *s* Spina mentalis interna.
Röntgenbild nach Walkhoff.

Die Trajektorien des Astes verhalten sich beim Menschen im Prinzip ähnlich wie bei den Anthropoiden, nur sind sie viel schwächer. Die Fig. 26, die die Anordnung der Trajektorien beim Orang-Utan schematisch darstellt, kann daher auch im ganzen und großen als für den Menschen maßgebend erachtet werden. Vom Kieferköpfchen geht ein mächtiges System von Balken aus, das teilweise fast am hinteren Rand und am Winkel, teilweise etwas weiter vorn fächerförmig divergierend verläuft, um sich gegen die Compacta des Basisrandes hin wieder zu konzentrieren und in diese überzugehen. Wegen dieser Beziehung zur Kieferbasis nennt Walkhoff dieses außerordentlich kräftige System, das den beim Kauen auf den Kondyl einwirkenden Druck auf den Ramus und den Körper zu verteilen hat, Trajectorium basale. Ich möchte bemerken, daß dieses Balkensystem

am äußeren Relief des menschlichen Unterkiefers als Crista ectocondyloidea stark hervortritt. Ein noch kräftigerer Balkenzug, das Trajectorium dentale, geht vom Capitulum schräg nach vorn-unten, um dicht unter dem vorderen Kieferwinkel in das horizontale System des Alveolarteiles überzugehen. Es kreuzt sich hinter und über dem letzten Molarzahn mit dem Trajectorium praeceps, dem kräftigen Balkenstrang, der von der Spitze des Processus coronoideus her in der Kraftlinie des Musc. temporalis fast senkrecht herunterzieht. um sich nach der Kreuzung mit dem Trajectorium dentale als Tra-

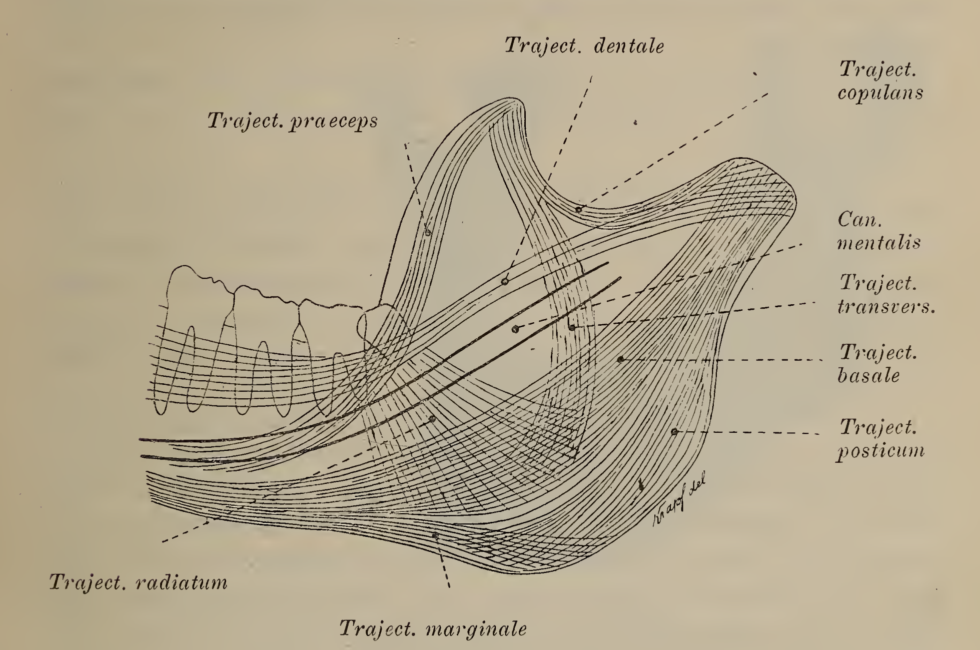


Fig. 26.
Schema der Trajektorien des Kieferastes eines Orang-Utans. Nach Walkhoff.

jektorienzug der Linea mylohyoidea und obliqua externa auf den Kieferkörper fortzusetzen. Ein schwächeres System ist das Trajectorium transversum, das sich vom Rabenschnabelfortsatz mehr nach hinten, gegen den Kieferwinkel, wendet. Der Basisrand wird außer der hier starken Compacta noch durch ein mit dem Rand parallel verlaufendes Bälkchensystem, das Trajectorium marginale, verstärkt; es ist das ebenfalls eine Druckbahn, hervorgerufen durch die Wirkung der großen Kaumuskeln gegen die Basis. In derselben Weise wird der Margo angularis durch das Traject. posticum verstärkt. Zwei Balkenzüge, die bei den Anthropoiden, besonders beim Orang, ausgeprägt sind, fehlen wie es scheint dem Menschen: das Trajectorium

copulans, das bogenförmig an der oberen Inzisur des Kieferastes von einem Fortsatz zum anderen verläuft, und das Trajectorium radiatum. Letzteres ist anscheinend speziell für den Orang charakteristisch: es ist ein fächerförmiges Balkensystem, das vom inneren Kieferwinkel radienartig, sich mit den anderen Fasersystemen kreuzend, gegen den äußeren Kieferwinkel ausstrahlt; es dient dazu, die im Hinblick auf einen Bruch gefährdetste Stelle des Kiefers, den inneren Winkel, diesen »gefährlichen Querschnitt« für den Knochen, wie ihn Walkhoff nennt, zu kräftigen. Beim Menschen und auch beim Gorilla ist dieses System durch eine Verstärkung der Rindencompacta ersetzt.

Die Mitteilungen L. v. Davidas[1] sind das Ergebnis sehr sorgfältiger Präparationen der Unterkieferspongiosa mit Säge, Feile, Meißel und Schmirgelpapier.

Im Mittelstück des Körpers (Fig. 27) beschreibt der Verfasser eine schiefe X-artige Kreuzung der Knochenbälkchen in der Frontalebene; die seitlichsten Balken gehen unten vom Tuberculum mentale aus, oben erreichen sie die Gegend der Prämolaren. Das Gebiet dieses Systems ist etwas größer als das des Kinnvorsprunges. Durch die Kreuzung der Fasern werden die beiden Kieferhälften fest miteinander verbunden. Beim Neugeborenen fehlt dieses System noch.

Für das Balkenwerk der seitlichen Teile des Körpers ist hauptsächlich der Proc. coronoideus der Orientierungspunkt. Die nach diesem Fortsatz zusammenlaufenden Balkenzüge umfassen in ihrem Ursprung ein weites Gebiet. Die medialsten wurzeln noch im Bereich des Kinnvorsprunges; ihre Kreuzung mit den vorhin beschriebenen schiefen Kinnbalken ruft die Bildung des Tuberculum mentale hervor. Die mittleren nehmen längs der Basis und am unteren Rand des Winkels ihren Ursprung; sie laufen teils schief ansteigend, teils senkrecht. Die hintersten kommen vom hinteren Rand des Ramus und von der Basis des Gelenkfortsatzes; ihr Lauf ist ein schräg nach vorn-oben gerichteter, teilweise laufen sie bogenförmig, parallel mit der oberen Inzisur.

Unter der Basis des Proc. coronoideus kreuzt sich dieses System mit dem vom Proc. condyloideus kommenden Trajektorienzug. Im Rabenschnabelfortsatz selbst konzentrieren sich alle diese Balken zu einem dichteren Strang. Im Körperteil bilden sie die Linea obliqua und mylohyoidea, weiter oben die Crista buccinatoria. Ihre dichte Verflechtung an der Basis ruft die starke Compacta des unteren Kieferrandes hervor. Die hier entspringenden Balken kreuzen sich in der Sagittalebene, indem die an der vorderen Basislippe entspringenden mehr in der Nähe der hinteren Fläche,

[1] L. v. Davida, Die Struktur des Unterkiefers. Festschrift zum 25jährigen Dozentenjubiläum des Professors K. Lechner. (Ungarisch.) Klausenburg, 1915, S. 46.

die an der hinteren Lippe entspringenden mehr in der Nähe der vorderen Fläche des Knochens verlaufen.

Die den Alveolarteil betreffenden Angaben sollen an einer späteren Stelle referiert werden.

Das Trajektoriensystem des Gelenkfortsatzes beginnt breit in der mittleren Höhe des Astes. Man kann ein vorderes und ein hinteres Bündel unterscheiden. Die Bälkchen des ersteren entspringen unterhalb des Processus coronoideus, wo sie sich mit den zu diesem Fortsatz ziehenden Stäben kreuzen und verbinden; durch die Kreuzung kommt hier ein besonders an kräftigen Männermandibeln hervorstehender Wulst der Innenfläche des Ramus (unser Torus verticalis) zustande. Weiterhin ziehen sie dann unter allmählicher Konzentration fast sagittal zur medialen Ecke des Condylus. Beide an der Kreuzung beteiligten Trajektoriensysteme, das dem Condylus und das dem Proc. coronoideus zugehörige, laufen oberhalb der Kreuzung leicht bogenförmig, mit gegenseitig zugewendeter Konkavität; dies die Entstehungsursache der halbmondförmigen oberen Inzisur des Astes. Ist ihr Lauf geradlinig, so erscheint auch die Inzisur mehr eckig. Das hintere Balkensystem läuft, im Gebiet oberhalb des Angulus beginnend, längs des hinteren Randes des Astes zum Condylus empor; im letzteren selbst kreuzen sich die Stäbe dieses Systems schief mit denjenigen des mehr von vorn kommenden Zuges. Die hinteren Balken stehen in ihrem ganzen Verlauf, die vorderen nur in ihrem Endstück senkrecht auf die Gelenkfläche des Kondyls. Sie sind Kraftlinien, die den bei der Tätigkeit der Kaumuskeln auf das Köpfchen von oben her einwirkenden Kräften entgegenwirken. Oberhalb des Einganges in den Mandibularkanal findet sich eine flache, gegen den Gelenkkopf gerichtete Furche; sie entspricht dem trajektorienlosen Feld

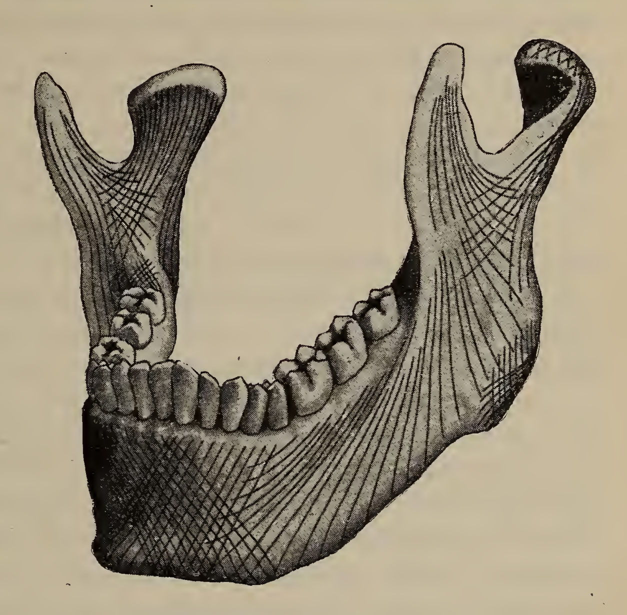


Fig. 27.
Trajektoriensysteme des Unterkiefers, schematisch. Nach L. v. Davida.

zwischen dem vorderen und hinteren Balkenzug des Kondyls vor ihrer Kreuzung.

Das Gebiet des hinteren Kieferwinkels stellt sich mit Hinblick auf seine Trajektoriensysteme als eine selbständige Region des Unterkiefers dar. Es wird nach vorn durch eine die Incisura praemasseterica mit der Inc. subcondyloidea schräg verbindende Linie abgegrenzt. Es begreift zwei sich kreuzende Systeme in sich. Das eine läuft schief etwa in der Richtung der manchmal vorhandenen Abschrägung des Margo angularis, nämlich von hinten-oben nach vorn-unten, mit nach unten divergierenden Stäben; oben verbinden sich diese mit dem hinteren Zug des Gelenkfortsatzes. Das andere entspringt am unteren Rand des Angulus, seine Bälkchen ziehen, der senkrechten Richtung sich viel mehr nähernd, nach oben und hinten, wobei sie ebenfalls, aber in entgegengesetzter Richtung, divergieren. Verstärkt wird dieses Doppelsystem durch die in diesem Gebiet entspringenden, zum System des Proc. coronoideus gehörenden Bälkchen. Letztere rufen die Tuberositas masseterica und pterygoidea hervor.

Vergleicht man die beiderseitigen Angaben miteinander, so findet man, daß sie bezüglich der Anordnung der Zug- und Druckkurven im Kinngebiet und auch im Körper so sehr voneinander abweichen, daß sie gar nicht unmittelbar miteinander verglichen werden können; dagegen lassen sie sich mehr in Einklang miteinander bringen, soweit es sich um die innere Architektur des Kieferastes handelt, wie das schon ein vergleichender Blick auf die beiderseitigen Abbildungen ergibt. Ein wesentlicher Unterschied ergibt sich nur darin, daß Walkhoff die Bälkchensysteme des Proc. condyloideus bis in den Kieferkörper, einschließlich dessen Alveolarteiles, sich fortsetzen läßt, während bei v. Davida diese Systeme nicht über das Gebiet des Astes hinausgreifen und die Spongiosabalken des Kieferkörpers ausschließlich dem Balkensystem des Proc. coronoideus zugeteilt werden. Demgemäß fehlt in der Davidaschen Darstellung vollkommen das Walkhoffsche Traject. basale, nur das Traject. posticum ist vorhanden, auch dieses ist in halber Höhe unterbrochen. Vom Traject. marginale begegnen wir nur dem hintersten, dem Kieferwinkel angehörenden Anteil, dessen Kreuzung mit dem Traject. posticum auch bei dem ungarischen Autor zur Geltung kommt. Vom Traject. dentale Walkhoffs ist in der Davidaschen Abbildung nur der obere Teil angedeutet in Form des vorderen Systems des Proc. condyloideus.

Das Relief der Innen- und Außenseite des Astes läßt einen Teil der geschilderten Trajektoriensysteme auch ohne Röntgen oder Sägeschnitte erkennen. In der Crista ectocondyloidea der Außenfläche kommt das Walkhoffsche Traject. posticum, Davidas hinteres System des Proc. condyloideus zum Vorschein. An der Innenfläche repräsentiert die Crista endocondy-

loidea das Walkhoffsche Traject. dentale, Davidas vorderen Trajektorienzug des Proc. condyloideus, die Crista endocoronoidea die vereinigten Traject. praeceps und transversum Walkhoffs, das Balkensystem des Proc. coronoideus Davidas. Beide Autoren lassen in gleicher Weise diese beiden Systeme sich vor dem Eingang des Mandibularkanals kreuzen, bei beiden wird hervorgehoben, daß durch diese Kreuzung ein kräftiger Wulst an der Innenfläche des Ramus entsteht; dieser Wulst ist nichts anderes als unser Torus verticalis. Ein Umstand scheint bei beiden Autoren unberücksichtigt geblieben zu sein. Nach der Gestaltung der Oberfläche des Knochens muß man folgern, daß sich der vom Proc. coronoideus kommende Trajektorienstrom in einiger Höhe über dem letzten Molarzahn in zwei scharf geschiedene Systeme spaltet: das eine schließt sich als Torus verticalis und weiterhin als Crista endoalveolaris und Linea mylohyoidea mehr an die Innenfläche des Knochens an, das andere hält sich als Linea obliqua externa mehr an dessen Außenfläche.

Entwicklung des Unterkiefers. Der Unterkieferknochen ist eine Bildung des ersten Kiemen- oder Mandibularbogens. Sehr frühzeitig entsteht in diesem ein knorpeliger Stab: der von Meckel im Jahre 1820 entdeckte, nach ihm benannte Knorpel. In der Mitte hängen die beiden Meckelschen Knorpel nicht miteinander zusammen; an ihrem hinteren Ende bilden sie die primordiale Grundlage des Hammers. Das Auftreten des Knorpelstabes erfolgt in der zweiten Hälfte des zweiten Monats (19 *mm* Länge nach Herpin), nachdem vorher schon eine bandförmige Verdichtung des Mesenchyms an dessen Stelle vorhanden war. Während der Hammer unmittelbar aus dem Knorpel durch Verknöcherung hervorgeht, trifft dies für die Mandibula nicht zu. Diese entsteht als Deckknochen im Bindegewebe an der Außenfläche des Meckelschen Knorpels; letzterer hat nur eine richtunggebende Bedeutung für die Ablagerung der ersten Knochensubstanz, er selbst fällt zu Anfang des fünften Monats der Resorption anheim, mit Ausnahme vielleicht seines medialsten Endes, das nach Fawcett (1905) durch enchondrale Verknöcherung zur Bildung des Unterkiefers im Gebiet zwischen Foramen mentale und Symphyse etwas beiträgt.

Der Verknöcherungspunkt der Mandibula (das »Dentale«) tritt am 39. Tage auf; am 42. Tage kann man schon Corpus und Ramus unterscheiden, beim 55 Tage alten Embryo sind schon Andeutungen der beiden Fortsätze des Astes erkennbar. Um die Mitte des dritten Monats (120 bis 170 *mm* Länge) hat die Mandibula ihre typische Gestalt angenommen (Mall 1906). Bemerkenswert ist, daß, wie schon Kölliker (1849) wußte, an einzelnen Stellen des sich bildenden Unterkiefers vor der Verknöcherung Knorpel auftritt, welcher natürlich mit dem Meckelschen Knorpel nichts zu tun hat. Solche Stellen sind die Spitze des Processus condyloideus und

coronoideus, der Kieferwinkel, die Mittellinie (?) und nach Henneberg (1894) auch der Alveolarrand und der hintere Teil der Kieferbasis. Rambaud und Renaut (1864) und ebenso Bardeleben (1905) hatten mehrere typische Verknöcherungspunkte beschrieben, doch konnten diese von anderer Seite (Toldt, Fawcett usw.) nicht bestätigt werden. — Die Knochensubstanz des Unterkiefers stellt zuerst eine nach oben offene Rinne dar, die sich in die einzelnen Zahnfächer gliedert.

Gewöhnlich kurz vor der Geburt, in einzelnen Fällen schon etwas früher, aber nicht vor dem Ende des achten Fetalmonats (Adachi 1901), manchmal erst kurze Zeit nach der Geburt, erscheinen in dem straffen Bindegewebe, das die beiden Hälften des Unterkiefers in der Medianebene vereinigt, kleine Knochenkerne: die schon im 17. Jahrhundert (H. Eysson 1659) bekannten Kinnknöchelchen, Ossicula mentalia (Mies 1893, Toldt 1905). Sie fehlen wohl kaum jemals, doch wechselt ihre Zahl und Anordnung einigermaßen. Sie finden sich in der unteren, verbreiterten Abteilung der Symphyse, das heißt in der von Bindegewebe ausgefüllten Lücke zwischen den Kieferhälften, zumeist jederseits eines (Fig. 28), manchmal auch noch ein drittes oberes, oder symmetrisch jederseits ein Paar. Ihre Entstehung erfolgt direkt aus Bindegewebe, nicht aus Knorpel. Fast gleichzeitig verwachsen sie etwa im fünften bis sechsten Monat mit ihrer Kieferhälfte und miteinander, wobei sie sich zugleich auch vergrößern, so daß sie einen wesentlichen Teil des Kinnvorsprunges bilden, ohne daß dieser Vorsprung in seiner Gesamtheit auf sie allein zurückgeführt werden könnte. Die volle Ausgestaltung des Kinns gehört einer späteren Periode an, wo von Kinnknöchelchen nicht mehr die Rede sein kann; es sind periostale Ablagerungen, die diesen späteren Zuwachs bewirken. v. Hansemann (1909) räumt den Ossicula mentalia überhaupt nur eine Nebenrolle in der Bildung des Kinnvorsprunges ein, insbesondere seien sie nach ihm ohne Einfluß auf die Bildung des Basalgebietes der Protuberantia mentalis.

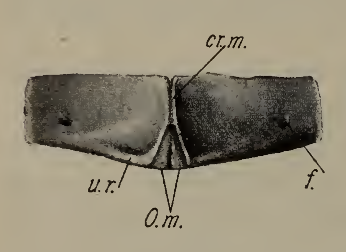


Fig. 28.

Unterkiefer eines neugeborenen Kindes. Vordere Ansicht. *cr. m.* Crista mentalis. *f.* Foramen mentale. *O. m.* Ossicula mentalia. *u. r.* Unterer Rand. Über *u. r.* die Foveola mentalis. Nach Zuckerkandl.

Die beiden Hälften des kindlichen Unterkiefers vereinigen sich in der zweiten Hälfte des ersten Jahres. Der Unterkiefer des Neugeborenen ist niedrig, durch die noch im Inneren des Knochens verborgenen Zahnkeime wie gebläht, der Körper geht unter sehr stumpfem Winkel in den niedrigen breiten Ast über, dessen Gelenkfortsatz kaum über die Ebene des Alveolarrandes hinausragt und an dessen vorderem und hinterem Rand

die späteren Inzisuren noch fehlen. In der Mittellinie tritt die Symphyse als kielförmiger Vorsprung, nach unten sich verbreiternd, hervor; das Profil des Unterkiefers in der Medianlinie ist im ganzen nach vorn gewölbt, ohne besonderen Kinnvorsprung. Eckzahn und erster Milchmolar bedingen blasige Vorbuchtungen, zu denen sich bald eine weitere Vorbuchtung für den zweiten Milchmolar gesellt, während entsprechend den Schneidezähnen der Knochen zu beiden Seiten der medianen Leiste eine ziemlich starke grubige Vertiefung erkennen läßt.

Mit dem Hervortreten der Milchzähne des Unter- und Oberkiefers muß sich der Ramus erhöhen und etwas gerader einstellen; der Körperteil flacht sich ein wenig ab und nimmt an Höhe zu, da in seinem Inneren die Anlagen der Dauerzähne allmählich größer werden. In der Zeit vom zweiten bis sechsten Jahr bildet sich die rückwärtige Partie des Oberkiefers, die den in Bildung begriffenen ersten Dauermolar beherbergt, stärker aus, noch mehr in den folgenden Jahren, der Bildungsperiode des zweiten Dauermolars. Seine definitive Gestalt mit dem positiven Kinn — bis dahin ist das Kinn »neutral« — nimmt der Unterkiefer nur in den Pubertätsjahren an.



Fig. 29.
Zahnloser Unterkiefer einer Greisin.

V e r ä n d e r u n g e n i m h ö h e r e n A l t e r. Der Unterkiefer wird durch den Verlust der Zähne und die dadurch verursachte, sich allmählich einstellende vollkommene Atrophie des Alveolarteiles zu einer schmalen Spange, die am dünnsten in ihren seitlichen Teilen vor dem Kieferwinkel ist (Fig. 29). Die Höhe des Knochens in dieser Gegend sinkt von 3—4 *cm* auf 1·5 *cm* und noch weniger. Der Schwund betrifft aber nicht nur den Alveolarteil, sondern erstreckt sich auch auf den subalveolaren Teil des Körpers; infolgedessen erscheint der Foramen mentale ganz an den oberen Rand der Spange gerückt. Das spitze Kinn des Greisenkiefers erklärt sich daraus, daß vom Knochen nur der unter der Incisura subincisiva gelegene Teil erhalten geblieben ist, dessen Profillinie sich schief nach vorn-unten richtet. Der Kieferbogen erscheint verbreitert, er entspricht dem Basisbogen, der auch an dem noch bezahnten Kiefer weiter ist als der Alveolar-

bogen. Wenn man sich vergegenwärtigt, daß am Unterkiefer der molare Abschnitt des Alveolarteiles dem Kieferkörper mehr an der lingualen Seite angefügt ist, so versteht man es, daß der Unterkiefer durch den senilen Knochenschwund mehr an seiner Innenseite betroffen wird. Auch in der Kinngegend erscheint der Kieferbogen unnatürlich breit, infolge der jetzt mehr in die Erscheinung tretenden Protuberanz. Da, wie auf S. 31 ausgeführt, der Oberkieferbogen im Gegenteil zur Mandibula durch den senilen Verlust sämtlicher Zähne eher noch schmäler wird, umgreift der Unterkiefer beim Schließen des Mundes den Oberkiefer von außen, daher eine Kieferokklusion nur bei seitlicher Verschiebung möglich ist. Dieser Umstand samt dem Zurückweichen des Unterkieferprofils über dem Kinn erklärt die bekannte Einsenkung der Mundgegend am Greisenprofil. Der Unterkieferast erfährt ebenfalls eine Atrophie sowohl der Breite als der Höhe nach, die Inzisur am oberen Ende wird tiefer und schmäler, der Proc. coronoideus höher und schlanker. Das Foramen mandibulare ist nach Michels Messungen[1] vom unteren Kieferrand statt 27 *mm* 23 *mm*, vom vorderen Rand des aufsteigenden Astes statt 15 *mm* 12 *mm*, von dessen hinterem Rand statt 13 *mm* 12 *mm* entfernt. Die abnorme Annäherung der Kieferteile zueinander beim Schluß des Mundes wirkt stark deformierend auf die Gelenkteile, die Gelenkgrube erscheint abgeflacht, das Tuberculum articulare niedriger.

IV. Das Kiefergelenk.

1. Anatomische Beschreibung.

a) Der Gelenkkopf, Condylus mandibulae, ist beim Erwachsenen von ellipsoidischer Gestalt; sein längerer Durchmesser beträgt meist das Dreifache des kürzeren. Die Längsachsen der beiden Ellipsoide stehen ungefähr in der Horizontalebene und konvergieren etwas nach hinten, so daß sich ihre Verlängerungen etwa am vorderen Rand des Hinterhauptloches unter einem Winkel von 148° schneiden. Geringfügige Abweichungen von dieser Stellung sind indessen nicht selten; die Gelenkköpfe können ausnahmsweise ganz quer stehen, auch kommt es vor, daß das eine Köpfchen eine etwas andere Stellung aufweist als das andere. Die überknorpelte Fläche gehört der oberen und vorderen Fläche des Kondyls an; fast in der Hälfte der Fälle[2] findet sich in der Mitte des Köpfchens oder mehr

---

[1] Michel, Atrophie des Alveolarfortsatzes. Korrespondenzblatt für Zahnärzte Bd. 37, 1908, S. 193.

[2] Genauer in 44·5%, nach eigener Prüfung an 650 Mandibeln.

lateral ein leichter sagittaler Grat, von dem sich die beiden leicht gewölbten Seitenteile nach rechts und links kaum merklich schief abdachen.

Unter dem Köpfchen folgt das verjüngte Collum. Es ist hinten mäßig gewölbt, schräg abfallend, vorn in zwei sehr ungleich große Teile geteilt durch den sich ansetzenden scharfen Rand der halbmondförmigen oberen Inzisur des Unterkieferastes. Die Ansatzstelle liegt meist etwas auswärts von der Grenze des mittleren und äußeren Drittels des Köpfchens; doch trifft dies nur für etwa die Hälfte (51%) der Fälle zu, in 32% befindet sie sich ganz seitlich, in 17% unter der Mitte des Kondyls. Medianwärts vom Ansatz ist der Hals ausgehöhlt, rauh; die Grube dient dem äußeren Flügelmuskel zur Insertion, sie heißt deshalb Fossa pterygoidea. Sie ist nach vorn und zugleich etwas nach innen gekehrt und wird medianwärts nur sehr undeutlich durch einen flachen Wulst, das obere Ende der auf S. 39 beschriebenen Crista endocondyloidea, begrenzt.

b) Die obere Gelenkfläche gehört dem Schuppenteil des Schläfenbeins an. Sie begreift nicht nur die Gelenkpfanne, sondern auch das davor gelegene Tuberculum articulare in sich. Die Gelenkpfanne (Fossa mandibularis) ist eine fast querliegende eiförmige Vertiefung, etwas umfangreicher als das Köpfchen. Vorn wird sie begrenzt durch das Tuberculum articulare[1], einen abgerundeten, in der Mitte leicht eingesattelten Querwulst, der medial bis zur Sutur mit der Spina angularis des großen Keilbeinflügels reicht, lateral in den Jochbogen mündet, unter Bildung eines besonders bei der Profilbetrachtung des Schädels sichtbaren niedrigen, rundlichen Höckers. Vorn geht der Querwulst ohne scharfe Grenze in das Planum infratemporale über.

Hinten grenzt sich die Gelenkpfanne durch die Glaserspalte ab. Letztere besteht medial eigentlich aus zwei Spalten: der Fiss. petrotympanica und der Fiss. petrosquamosa, zwischen die sich das Petrosum mit einem schmalen, zungenförmigen Fortsatz (Proc. inf. tegmenti tympani) erstreckt. Seitwärts hört dieser Fortsatz auf, hier ist nur eine einheitliche Spalte, eine Fiss. tympano-squamosa vorhanden. Besonders zu erwähnen ist eine nicht ganz konstante leistenförmige Hervorragung des Squamosum vor der Glaserspalte, hinter dem lateralsten Teil der Gelenkpfanne: das Tuberculum postglenoidale (= Conus articularis Meyer).

Die Grenzen der überknorpelten Fläche sind in der Regel auch am mazerierten Knochen zu erkennen und man kann feststellen, daß diese ein ausgedehntes, fast kreisförmig begrenztes Gebiet umfaßt, das sich nach

[1] Nach Lubosch (1906) ist das Tuberculum eine spezifisch menschliche Bildung, bedingt vielleicht durch die Rückbildung der hinteren Molaren und den für den Menschen charakteristischen Vorbiß. Wie derselbe Forscher nachgewiesen hat, variiert das Tuberculum hinsichtlich seines Entwicklungsgrades stark.

vorn zu auch auf das Tuberculum, einschließlich seines vorderen Teiles erstreckt, um vorn mit einer abgerundeten Grenzlinie zu endigen. Median bezeichnet die Sutur gegen das Keilbein, hinten die Glaserspalte die Grenze; das Tuberc. postglenoidale gehört noch dem überknorpelten Gebiet an.

Der Knorpelüberzug besteht sowohl am Kondyl wie am Schläfenbein in den tieferen Schichten aus hyalinem Knorpel, oberflächlicher aus Bindegewebsknorpel (eigene Nachprüfung).

c) Der Zwischenknorpel, Discus articularis, besteht aus dicht gedrängten Bindegewebsbündeln, zwischen denen sich sehr spärliche Knorpelzellen finden; man kann ihn demnach als zellenarmen Faserknorpel bezeichnen. Der Knorpel ist ringsum mit der Gelenkkapsel verwachsen, wodurch der Gelenkraum in zwei Kammern, eine ausgedehntere obere und eine engere untere, zerfällt. Der herauspräparierte Diskus ist im frischen Zustande gelblich, dem Aussehen und der Konsistenz nach entschieden knorpelartig, an den Rändern, besonders an dem hinteren (3 *mm*), bedeutend dicker, in der Mitte verdünnt (1—2 *mm*), hier längs einer Querlinie durchscheinend, in sehr seltenen Fällen sogar durchlöchert. Die Scheibe legt sich nur mit ihrem keilförmig verdickten, wulstigen hinteren Rand in die Gelenkpfanne, der Hauptteil steht mit dem Tuberculum in Berührung, reicht aber auf diesem nicht bis zur vorderen Grenze des überknorpelten Gebietes; hier wird die Knorpelscheibe durch eine scheidewandartige Bindegewebsfalte ergänzt. Auch hinten ist der Knorpel kürzer als die Gelenkfläche, während er sich medial und lateral bis an den Rand der Facies articularis ausdehnt. Infolgedessen stimmt auch die Form des herauspräparierten Diskus nicht mit der der gesamten Gelenkfläche am Schläfenbein überein; diese ist, wie wir hörten, fast kreisförmig, während der Zwischenknorpel eine querelliptische Platte von 22 : 12 *mm* Durchmesser darstellt. Die untere Fläche ist konkav, sie schließt sich genau der Wölbung des Gelenkkopfes an, die obere dem Gelenkhöcker entsprechend ausgehöhlt, nur in ihrem hintersten Teil, im Bereich der Gelenkgrube, etwas gewölbt.

Die Bedeutung des Zwischenknorpels ist eine doppelte. Erstens kommt er als eine zwischen die beiden Gelenkflächen eingeschaltete, den Druck pufferartig mildernde elastische Zwischensubstanz in Betracht, welche Einrichtung hier um so bedeutungsvoller ist, als die Schädelbasis am Grunde der Gelenkpfanne eine ihrer dünnsten Stellen hat. Zweitens stellt der Knorpel eine verschiebliche Gelenkpfanne für das Köpfchen dar. Beim Vorwärtsgleiten des Kondyls auf das Tuberculum würden sonst zwei gewölbte Flächen zusammentreffen; zwischen diese schaltet sich die Scheibe als eine formveränderliche, sich nach dem jeweiligen Bedürfnis gestaltende Füllmasse ein. Der Knorpel ist sehr leicht verschieblich nach vorn, bei welcher Bewegung sich seine hintere gewölbte Fläche durch den Anschluß an den

schrägen hintereren Abhang des Tuberculum articulare zu einer ebenen oder leicht ausgehöhlten gestaltet.

Mit Ausnahme der Drehbewegung des Köpfchens um die Frontalachse spielen sich alle Bewegungen in der oberen Kammer ab, die daher auch weiter ist als die untere.

d) Die Gelenkkapsel ist sehr schlaff, entbehrt aber ähnlicher synovialer Aussackungen, wie sie bei vielen anderen Gelenken vorkommen. Am Kondyl schließt sich ihr Ansatz vorn und seitlich genau dem Rand des Knorpelüberzuges an, hinten erstreckt er sich dagegen etwa 0·5 *cm* weit über den Knorpelrand hinaus auf ein dreieckiges, mit der Spitze nach unten gerichtetes Feld, so daß auch die hintere, abgeschrägte Fläche des Köpfchens noch in die Gelenkhöhle zu liegen kommt. Das Tuberculum articulare ist einschließlich seiner vorderen Fläche in den Hohlraum der Gelenkkapsel einbezogen. Medial reicht die synoviale Ansatzlinie bis zur Sutura spheno-squamosa, hinten bis zur Glaserspalte, lateral bildet der scharfkantige untere Rand der Jochbogenwurzel die Insertionslinie der Gelenkhaut. Die Spina retroglenoidalis gehört noch der Gelenkhöhle an.

Im ganzen ist der Kapselsack trichterförmig, nach unten verjüngt. In der fibrösen Kapselschicht kann man nach Fick tiefere, kürzere Fasern, die sich am Zwischenknorpel befestigen, und oberflächlichere, längere, von Knochen zu Knochen gehende unterscheiden. Sie ist hinten kräftiger als vorn, wo der Anschluß des äußeren Flügelmuskels an die Gelenkhaut eine stärkere Faserschicht überflüssig macht, doch kommt manchmal auch hier ein etwas stärkerer Faserzug, H. Meyers vorderes Halteband (Retinaculum anterius), vor.

Auf dem sagittalen Längsschnitt des Gelenkes erkennt man den meniskusförmigen Durchschnitt des Zwischenknorpels, darüber die S-förmige geräumigere obere, darunter die leicht halbkreisförmige engere untere Gelenkspalte. Der Diskus läuft schief von hinten-oben nach vorn-unten.

e) Der Bänderapparat des Kiefergelenkes ist, entsprechend der großen Beweglichkeit des Gelenkes, im allgemeinen schwach entwickelt. Als eigentliches Gelenkband ist nur ein einziges Ligament, das Ligamentum temporo-mandibulare, zu nennen, die übrigen anzuführenden Bänder stellen abseits vom Gelenk befindliche, diesem nur in mechanischer Hinsicht zugehörige Bänder dar.

Das Lig. temporo-mandibulare bedeckt die ganze Außenfläche des Gelenkes. Es ist trapezförmig, mit breiter oberer Basis, die sich an der Wurzel des Jochbogens und am Tuberculum articulare anheftet; der untere Ansatz erfolgt an der lateralen und teilweise hinteren Fläche des Kieferhalses an einer kleinen Rauhigkeit. Die vordersten, kräftigsten Faserstränge ziehen schief nach unten und hinten, sie schlingen sich gewissermaßen

um den Kieferhals, die hinteren laufen mehr senkrecht. Medial ist die Kapsel ganz dünn: nur im hintersten Abschnitt tritt ein schmales, mit der Kapsel verwachsenes Faserbündelchen hervor, am vordersten Ende der Glaserspalte entspringend. Es wird von Fick als Lig. collaterale mediale angeführt.

Nun folgen die vom Gelenk anatomisch unabhängigen Bänder. Als Lig. spheno-mandibulare wird ein stärkeres Faszienblatt bezeichnet, das, von der Spina angularis des großen Keilbeinflügels herkommend, mit der Lingula, das heißt dem Knochenplättchen, am Eingang des Kieferkanals in Verbindung steht, aber darüber hinweg noch weiter zieht, wobei es mit seinem verbreiterten Ende den Sulcus mylohyoideus überbrückt. Von dem Gelenk wird das Band durch die Arteria maxillaris interna, den Nervus auriculo-temporalis, ein venöses Geflecht und etwas Fettgewebe geschieden; weiter unten zieht zwischen ihm und dem Unterkiefer der N. alveolaris inferior mit den gleichnamigen Gefäßen.

Das Lig. stylo-mandibulare ist nur eine Verstärkung jenes Faszienblattes, das sich als Scheidewand zwischen die Ohrspeicheldrüse und die submandibulare Speicheldrüse einschiebt und auch mit der Fascia bucco-pharyngea in Verbindung steht. Der Bandstreifen ist völlig mit dem Musc. styloglossus verwachsen; er stellt zuweilen nichts anderes als einen Sehnenzipfel dieses Muskels dar. Das Ligament entspringt an der ganzen Länge des Griffelfortsatzes und heftet sich leicht verbreitert etwas oberhalb des Unterkieferwinkels am hinteren Rand des Ramus mandibulae an.

Erwähnung verdient hier auch wegen ihrer mechanischen Beziehungen zum Gelenk die Raphe pterygo-mandibularis, das heißt die streifenförmige bindegewebige Einlagerung zwischen Musc. buccinator und Musc. bucco-pharyngeus, die sich vom Hamulus pterygoideus zum hinteren Ende des Trigonum postmolare ausspannt. Sperrt man den Mund auf, so fühlt man mit dem Finger einwärts vom Kieferast eine Falte sich ausspannen; ihr vorderster Rand wird durch die genannte Raphe gebildet, dahinter begreift sie den Fettpfropf der Wange und den Musc. pterygoideus internus in sich.

Hier sei noch eine vergleichend anatomische Bemerkung eingeschaltet. Das Kiefergelenk des Menschen hat als Squamoso-dentale-Gelenk nichts zu tun mit dem Kiefergelenk der niederen Vertebraten, das ein Quadrato-articular-Gelenk ist. Es ist ein sekundäres Kiefergelenk, im Gegensatz zu dem letztgenannten, dem primären. Das Dentale ist bei den Säugern zu dem Squamosum (Schläfenbein) in Beziehung getreten, während das Quadrato-articular-Gelenk als Hammer-Amboßgelenk persistiert.

f) Zur Topographie des Kiefergelenkes. Das Gelenk liegt ziemlich oberflächlich und besonders bei seinen Bewegungen palpierbar, nach außen bloß durch eine dünne Lage der fettartig weichen Parotis und die

Haut bedeckt. Von dem Gehörgang, dem knorpeligen wie dem knöchernen, ist es durch eine schmale Schicht von Weichteilen, bestehend aus Bindegewebe, Gefäßen und einem einige Millimeter breiten Flügel der Parotis, geschieden. Vorn legt sich dem Gelenk der äußere Flügelmuskel an, der sich mit einem Teil seiner Fasern auch an der Gelenkkapsel ansetzt, außerdem finden wir hier noch venöse Geflechte. Der Musc. masseter liegt mit seinem hinteren Rande weiter vorn als das Gelenk; selbst beim stärksten Öffnen des Mundes, bei welcher Bewegung sich der Gelenkkopf nach vorn verlagert, wird der hintere Rand des Muskels von diesem nicht erreicht.

Einwärts stößt man beim Präparieren nach Wegnahme des Gelenkkopfes und der Kapsel zunächst auf die Arteria meningea media und den Nervus auriculo-temporalis, dann auf das Lig. spheno-mandibulare, das eigentlich eine Verstärkung jenes Faszienblattes ist, das den tiefen, retromandibularen Teil der Parotis nach vorn und außen begrenzt. Noch tiefer findet man eine zweite, wohlausgebildete Faszienlamelle, eine Fortsetzung der mittleren Halsfaszie, die sich mit dem vorhin erwähnten Ligament zusammen an dem kantig zugeschärften lateralen Rand der Spina angularis anheftet. Nun folgen Arteria carotis interna, Vena jugularis interna und die aus dem Foramen jugulare hervortretenden Hirnnerven; zuletzt gelangt man in die von lockerem Bindegewebe ausgefüllte Spalte zwischen Rachenwand und prävertebraler Muskulatur.

Der Boden der Gelenkpfanne — mit der Lamina cribrosa und der Grube hinter dem Hinterhaupthöcker zusammen die dünnste, durchscheinendste Stelle des Schädelgrundes — entspricht der mittleren Schädelgrube, und zwar einer Stelle an der Grenze ihres mittleren und hinteren Drittels, seitlich, unweit schon von der Stelle gelegen, wo sich der Schädelgrund zur Schläfengegend zu erheben beginnt. Stößt man am Leichenkopf den Boden der Gelenkpfanne durch, so wird das Gehirn an einer Stelle des Gyrus temporalis inferior verletzt, die sich etwa 4 *cm* hinter dem vorderen Pol des Schläfenlappens befindet.

Durch das Mazerieren schrumpft der Unterkiefer manchmal nicht unbeträchtlich, so daß die Mandibel nicht zum Schädel zu passen scheint; nach Welcker (1902) kann sich der Abstand der beiden Kieferköpfchen voneinander bis um 2 *cm* verringern. Noch stärkere Deformationen kommen oft an fossilen Schädeln durch den Druck der Erdschichten zustande.

2. Die Mechanik des Kiefergelenkes und der Kaumuskeln.

Aus der Ellipsoidform des Gelenkkopfes würde man a priori bei dem Kiefergelenk auf ein »Ellipsoidgelenk« schließen, das heißt auf einen Gelenkmechanismus, bei dem die Bewegungen nur in zwei aufeinander senk-

rechten Ebenen erfolgen. In Wirklichkeit aber sind die Bewegungen dank der Schlaffheit der Gelenkkapsel und der Gegenwart eines bis zu einem gewissen Grade plastischen und verschieblichen Zwischenknorpels viel mannigfaltiger, es kommen nicht nur Rollbewegungen, sondern auch Verschiebungen in allen Richtungen vor, so daß man das Gelenk getrost als ein freies Gelenk oder noch genauer nach Fick[1] als ein Mischgelenk, nämlich als eine Kombination eines Roll- und Schleifgelenkes, bezeichnen kann. Noch ausgiebiger wären die Exkursionen des Gelenkkopfes, würde nicht das eine Gelenk durch das andere gehemmt. Alle Bewegungen vollziehen sich gleichzeitig in beiden Gelenken, aber durchaus nicht immer in gleicher Weise.

Zunächst müssen wir uns mit der Mittel- oder Ruhestellung des Gelenkes bekannt machen. Darunter verstehen wir nicht nur hier, sondern bei allen Gelenken diejenige Stellung der Gelenkenden zueinander, bei der alle Teile der Gelenkkapsel sowie sämtliche das Gelenk umgebenden Bänder und Muskeln gleichmäßig schlaff oder im Falle eines Gelenkergusses gleichmäßig gespannt sind. Beim Kiefergelenk entspricht sie einer leicht geöffneten Kieferstellung, der Lage etwa, die der Mund beim Schlafenden oder bei gespannter Aufmerksamkeit, wobei der Willensimpuls von den Kaumuskeln abgelenkt ist, annimmt. Der gewöhnliche geschlossene oder nur einige Millimeter weit geöffnete Zustand des Mundes ist die Folge einer gewohnheitsmäßigen Dauerkontraktion der Kaumuskeln, unterstützt durch den äußeren Luftdruck.

Bei der Analyse der Bewegungen gehen wir aber auch hier, wie bei den meisten anderen Gelenken, nicht von dieser Ruhelage, sondern von der Normalstellung aus: hier speziell vom Zustand der Okklusion, das heißt der geschlossenen Zahnreihen. Der Gelenkkopf lehnt sich bei dieser Lage, wie besonders Wallisch[2] betont hat, mit seinem Hauptteil dem hinteren Abhang des Tuberculum articulare an, von ihm nur durch den sehr verdünnten mittleren Teil des Diskus getrennt, während sich zwischen seinen hinteren Abschnitt und die Gelenkpfanne der wulstig verdickte hintere Teil des Zwischenknorpels hineinschiebt[3].

Die mannigfaltigen Bewegungen des Kiefergelenkes lassen sich auf folgende drei Bewegungsnormen zurückführen:

---

[1] R. Fick, Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. 2. Teil, Jena 1910, S. 73.

[2] W. Wallisch, Das Kiefergelenk. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Jahrg. 1906, S. 303. — Derselbe: Das Kiefergelenk. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 25, 1909, S. 906.

[3] Beim Kind bis zum dritten Lebensjahr steht nach Kieffer (1907) das Köpfchen gegen die Pfanne gerichtet, erst später neigt es sich nach vorn.

a) Senkung und Hebung des Unterkiefers beim Öffnen und Schließen des Mundes;

b) Bewegung des Unterkiefers nach vorn;

c) Seitenbewegungen.

a) Öffnen und Schließen des Mundes (Auf- und Zubiß).

Schon dem alten englischen Anatomen Monroe war es im Jahre 1771 bekannt, daß beim Öffnen des Mundes das Unterkieferköpfchen nicht in seiner Normalstellung hinter dem Tuberculum verbleibt, sondern gleichzeitig mit seiner Drehung um die die Mitten der beiden Kondylen verbindenden Querachse eine Verschiebung nach vorn auf das Tuberculum articulare erfährt. Man kann sich hiervon an sich selbst leicht überzeugen, wenn man den Zeigefinger in den Gehörgang steckt und den Mund öffnet: deutlich ist hiebei die Verlagerung des Kieferköpfchens zu spüren. Das Köpfchen zieht nämlich bei seiner Verschiebung die dahinter befindlichen Weichteile einschließlich der vorderen Wand des knorpeligen Gehörganges nach sich, wodurch sich der Gehörgang etwas erweitert. Noch deutlicher ist diese Bewegung wahrzunehmen, wenn man den Finger von außen auf den Kondyl setzt, ja bei mageren Individuen ist diese Verschiebung, die nach Chissin beim maximalen Öffnen des Mundes bis 1 *cm* betragen soll, sogar zu sehen; hinter dem Köpfchen bildet sich an der leer werdenden Stelle eine leichte Einziehung.

Das Herabgleiten des Köpfchens am hinteren Abhang des Tuberculums erfolgt sofort schon beim geringsten Senken des Unterkiefers als eine zwangmäßige Bewegung, die auch absichtlich nicht unterdrückt werden kann. An der Leiche läßt sich allerdings das Öffnen des Mundes auch in der Weise ausführen, daß das Köpfchen in der Pfanne verharrt, beim Lebenden gelingt dies aber in keiner Weise, selbst dadurch nicht, daß man während des Öffnens einen starken Druck von vorn auf die beiderseitigen Kondylen ausübt. Das Köpfchen vollzieht also bei der Senkung des Unterkiefers zur gleichen Zeit zwei Bewegungen: erstens eine Drehbewegung um die durch die Mittelpunkte der beiden Kondylen hindurchgehende quere Achse, wobei es seine bei geschlossenem Mund nach vorn und oben gekehrte Gelenkfläche völlig nach vorn wendet, und zweitens eine Gleitbewegung in der sagittalen Ebene nach vorn-unten an der hinteren schiefen Ebene des Gelenkhöckers, so daß also die Achse der Rotationsbewegung im Raume ständig fortschreitet (»instantane Drehungsachse«, Strasser). Man kann die Wölbung des Tuberculums in zwei Teile teilen: in eine hintere schräge Fläche und einen unteren horizontalen Teil. Breuer[1]

[1] R. Breuer, Was lehrt uns das Röntgenbild des Kiefergelenkes? Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 26, 1910, S. 24.

glaubte an der Hand der Röntgenbilder des Gelenkes nachweisen zu können, daß beim Mundaufschluß das Kieferköpfchen nur bis zur Grenze zwischen dem hinteren abschüssigen und dem vorderen horizontalen Teile rutscht. Damit stehen in Widerspruch die Angaben anderer Untersucher, die an der Bewegungsbahn des Köpfchens am Tuberculum beim Öffnen des Mundes zwei Strecken unterscheiden: eine schief nach unten und eine an der Kuppe des Höckers horizontal nach vorn gerichtete. Nach Chissin kann man sogar noch eine dritte Bewegungsphase unterscheiden, bei der das Köpfchen seine Lage am Tuberculum nicht mehr ändert, sich aber noch weiter um seine Querachse dreht.

Die Drehbewegungen des Köpfchens erfolgen in der unteren Gelenkkammer, die Vorwärtsverlagerung in der oberen, bei letzterer Bewegung verschiebt sich der Diskus mitsamt dem Köpfchen nach vorn. Diese Doppelbewegung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit jener Bewegungskombination, die das Speichenköpfchen bei gleichzeitiger Flexions- und Pronations- oder Supinationsbewegung beschreibt, mit dem Unterschied freilich, daß bei der Speiche die beiden Bewegungsachsen gekreuzt sind, während sie beim Kiefergelenk gleichsinnig laufen. Die Folge dieser Doppelbewegung ist nun, daß die Kurven, die die unteren Schneidezähne beim Öffnen beschreiben, ihren Mittelpunkt — wenn man von einem solchen bei einer nicht regelmäßigen Kreisbahn reden darf — nicht im Zentrum des in der Ruhelage befindlichen Gelenkköpfchens haben, sondern an einer weiter unten befindlichen Stelle, die wohl je nach der Gestaltung des variablen Tuberculum articulare etwas verschieden gelagert ist.

Die Hemmung der Öffnungsbewegung tritt ein, sobald die die Senkung bewirkenden Muskeln ihre maximale Zusammenziehung erreicht haben, weiterhin spielt hierbei die Spannung der gedehnten Kaumuskeln und Bänder eine Rolle; aus der Bänderspannung erklärt es sich, weshalb bei ganz aufgesperrtem Munde jede andere Bewegung außer der rückläufigen gehemmt ist.

Schon der französische Anatom Ferrein (1774) hat die Frage zu beantworten gesucht, weshalb sich der Kondyl beim Öffnen des Mundes auf den Gelenkhöcker verschieben muß. Er glaubte (nach Chissin) den Grund in dem Widerstande des von ihm zuerst beschriebenen äußeren Seitenbandes gefunden zu haben, das sich ja nicht am Kondyl, sondern weiter unten befestige. Mehr Anhänger fand die Ansicht, daß die Erklärung hierfür in dem Umstande zu suchen sei, daß die Gegend der inneren Öffnung des Mandibularkanals, die ungefähr in der Mittelhöhe des Unterkiefers liegt, durch das sich hier anheftende Ligamentum spheno-mandibulare zugunsten des dort eintretenden Nervengefäßbündels in ihrer Lage fixiert sei, so daß diese Stelle gewissermaßen ein feststehendes Hypomochlion

darstelle, um das sich der Unterkieferast nach Art eines zweiarmigen Hebels mit dem unteren Teil nach hinten-oben, mit dem oberen, demauch der Gelenkkopf angehört, nach vorn-unten bewege. Diese Auffassung kehrt bis in unsere Tage (z. B. noch bei Pommery Lord 1916) vielfach wieder. Nun erweist sie sich aber durch den Umstand als unhaltbar, daß am anatomischen Präparat die Öffnungsbewegung auch ohne Verlagerung des Köpfchens möglich ist, und zwar, wie der Augenschein lehrt, ohne besondere Bänderspannung oder gar Bänderzerreißung. Überdies läßt sich nach Fick unmittelbar feststellen, daß die Gegend des Kieferloches keineswegs einen Fixpunkt beim Senken des Unterkiefers darstellt, vielmehr sich nicht unbeträchtlich nach unten verlagert. Auch wäre das Ligament, das ja eigentlich nur ein Faszienblatt ist, viel zu schwach, um eine derartige entscheidende Rolle in der Mechanik des Gelenkes zu spielen. Auch der untere Ansatz des äußeren Seitenbandes ist kein derartiger Drehungsmittelpunkt des Unterkiefers, wie H. Meyer (1873) im Anschluß an Ferrein gemeint hat, ebensowenig wie der Unterkieferwinkel, wo sich angeblich das Ligamentum stylohyoideum mit der Fascie des Musc. pterygoideus internus verbindet und dadurch diese Stelle fixiert und zu dem vielgesuchten Hypomochlion stempelt (Fabian 1920). Letzteres kann nicht zutreffen, da diese Verbindung überhaupt nicht beständig ist, ebensowenig wie das Ligament selbst.

So bleibt also nichts anderes übrig, als eine Besonderheit der Muskelwirkung für das Herabgleiten des Gelenkkopfes verantwortlich zu machen. In der Tat findet man hierfür eine vollkommen befriedigende Erklärung in der hervorragenden Rolle, die der Musc. pterygoideus externus beim Öffnen des Mundes als Hauptbewirker der ersten Phase dieser Bewegung spielt. Dieser Muskel setzt sich, von vorn-innen kommend, am Grübchen an der vorderen Seite des Kieferhalses fest und zieht daher bei doppelseitiger Zusammenziehung den Gelenkkopf nach vorn, beziehungsweise, da der Kondyl wegen des Gelenkhöckers nicht gerade nach vorn gehen kann und vermöge seiner untersten, schief aufsteigenden Bündel nach vorn-unten auf der abschüssigen hinteren Bahn des Tuberculums. Einige Fasern der oberen Abteilung des Muskels befestigen sich oberhalb der Fossa pterygoidea an der vorderen Fläche der Gelenkkapsel und damit auch indirekt an dem mit der Kapsel verwachsenen Diskus, woraus sich erklärt, daß beim Vorwärtsgleiten des Köpfchens auch der Zwischenknorpel mitgezogen wird.

Als Vorteil der Vorwärtsverschiebung des Köpfchens bezeichnet Fick den Umstand, daß hierdurch der Bissen nicht nur von oben nach unten zerquetscht, sondern vermöge des Zurückgleitens des Köpfchens in die Pfanne beim Kieferschluß gleichzeitig auch bis zu einem gewissen Grade durch eine sagittale Mahlbewegung zerrieben wird. »So verbindet sich beim Gebiß die drückende mit der scherenden Wirkung.« Einen anderen

Vorteil macht Strasser[1] geltend. Würde die Kieferwalze — sagt Strasser — beim Öffnen des Mundes in der Gelenkhöhle verbleiben, so müßten die Weichteile der Subaurikulargegend durch den sich ausgiebig nach hinten verlagernden Kieferwinkel eine starke Einklemmung erleiden. Diesen Vorteil könnte ich meinerseits nicht sehr hoch anschlagen. Da man das Kiefergelenk schon mit auf die Welt bringt, so hätten meiner Ansicht nach die Weichteile reichlich Zeit, sich an die besonderen Druckverhältnisse so weit anzupassen, daß ein Schaden aus der Rückverlagerung des Kieferwinkels nicht entstehen würde.

Die reine Öffnungs- und Schlußbewegung dürfte wohl seltener ausgeführt werden, als man meint. Gewöhnlich kombiniert sie sich mit oft kaum bemerklichen seitlichen und vorwärts gerichteten Verschiebungen. Das ist z. B. auch beim Sprechen der Fall, viel mehr natürlich noch beim Kauen. Eine reine Schlußbewegung ist z. B. das Zähneklappern.

Bei sehr vielen Individuen beschreiben die Kondylen bei ihrem Gleiten auf das Tuberc. articulare keine streng sagittale, sondern eine leicht schräg nach der einen Seite hin geneigte Bahn. Diese Asymmetrie der Bewegung macht sich besonders dadurch bemerkbar, daß der eine Gelenkkopf beim Öffnen des Mundes stärker unter der Haut hervortritt als der andere. Wohl bei den meisten Menschen dürfte dies der Fall sein. Nach meinen allerdings nicht sehr ausgedehnten Untersuchungen scheint zumeist der linke der stärker vorspringende zu sein. Wahrscheinlich handelt es sich hier um die Folge der durch habituelle Überbeanspruchung verursachten Arbeitshypertrophie der Kaumuskeln der einen Seite, und zwar hauptsächlich der rechten, insbesondere des M. pterygoideus externus. Da dieser Muskel nicht ganz sagittal verläuft, sondern schräg von vorn-innen nach hinten-außen, so kommt ihm neben dem Vorwärtsziehen des Kondyls auch noch eine geringe medianwärts ziehende Wirkungskomponente zu. Bei gleichzeitiger und gleichstarker Tätigkeit beider Muskeln heben sich aber diese adduktorischen Anteile gegenseitig auf, so daß nur die reine Anteduktion übrigbleibt. Sobald aber der eine Muskel das Übergewicht über den anderen erlangt, muß auch dieser adduktorische Anteil zur Geltung kommen. Natürlich ist der Muskel, an dessen Seite der Kondyl weniger stark hervortritt, der stärker funktionierende. Möglicherweise spielen bei dem Zustandekommen dieser Asymmetrie der Funktion neben Verschiedenheiten der Innervation auch noch frühzeitig erlittene Zahndefekte eine Rolle, vermöge der gewohnheitsmäßigen Überbelastung der Zähne und der Kaumuskeln der gesunden Seite.

Damit haben wir auch schon die Frage nach den Muskeln, die beim Öffnen und Schließen des Mundes wirksam sind, gestreift. Betrachten wir

[1] H. Strasser, Lehrbuch der Muskel- und Gelenksmechanik Bd. 1, 1908, S. 489.

nun diesen Gegenstand etwas näher. Am Öffnen sind drei Faktoren beteiligt: 1. das eigene Gewicht des Unterkiefers, 2. der äußere Flügelmuskel, 3. die Muskeln des Mundbodens und die oberflächlichen Halsmuskeln.

Ad 1. Da die Mandibula weit hinter ihrem Schwerpunkt, nahe zu ihrem hinteren Rande und ganz oben am Schädelgrund befestigt ist, muß sie, bei senkrechter Kopfhaltung sich selbst überlassen, mit der vorderen Abteilung heruntersinken, soweit es die Weichteilverbindung zwischen Ober- und Unterkiefer, die Spannung der Gelenkkapsel und der Bänder, besonders aber der Tonus der Kaumuskeln gestattet. Die Erfahrung zeigt aber, daß beim gewöhnlichen willkürlichen Öffnen des Mundes, wie etwa beim Sprechen oder Essen, das Eigengewicht des Unterkiefers nur eine untergeordnete Rolle spielt; auch diese Bewegung beruht vielmehr auf aktiver Muskeltätigkeit. Den Beweis dafür liefert die Tatsache, daß die Öffnungsbewegung beim Liegen mit seitlich gewendetem Kopf, in einer Lage also, bei der die Wirkung der Schwerkraft in diesem Sinne ausgeschaltet ist, fast genau in derselben Weise wie bei der normalen senkrechten Haltung ohne das subjektive Gefühl einer besonderen Muskelanstrengung vor sich geht.

Ad 2. Die Rolle des Musc. pterygoideus externus beim Öffnen des Mundes ist zuerst von Luschka[1] gewürdigt worden, um aber dann wieder lange Zeit hindurch unberücksichtigt zu bleiben. Erst Strasser und sein Schüler Chissin widmeten ihr wieder im Jahre 1906 einige Aufmerksamkeit. Letzterer hält es für zweifelhaft, daß der Muskel für sich allein die Öffnung des Mundes bewirken könne, wohl aber hält er ihn für einen wichtigen Öffner, wenn sich seine aktive Zusammenziehung mit der Tätigkeit der Muskeln des Mundbodens verbindet. Eine noch viel geringere Bedeutung spricht dem Muskel als Mundöffner Rieger[2] zu, indem er die durch ihn bewirkte Entfernung der Zahnreihen bloß mit der Höhe des Tuberculum articulare gleichsetzt, was ja kaum einige Millimeter bedeuten würde. Einen völlig negierenden Standpunkt nimmt in dieser Frage Breuer ein. Der M. pteryg. ext. ist nach ihm bei der Öffnungsbewegung nur insofern beteiligt, als seine an der Kapsel und am Meniskus inserierenden Fasern das Herabsteigen des Kondyls längs der geneigten Tuberculumswand unterstützen, während die Kinn-Zungenmuskeln und andere die Drehung des Kondyls um die horizontale Achse besorgen. Mehr dürfte der Muskel bei der Öffnungsbewegung nicht leisten. Auch Fabian (1920) bestreitet, daß der Muskel als Mundöffner auch nur im geringsten in Betracht komme.

Diesen Äußerungen gegenüber muß ich mich zur Ansicht bekennen, daß der Muskel für das Öffnen des Mundes von ganz hervorragender Be-

[1] H. v. Luschka, Die Anatomie des menschlichen Kopfes. 1867, S. 280 u. 284.

[2] Rieger, Die Physiologie und Pathologie der Kieferbewegungen. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung, Jahrg. 1904, S. 98.

deutung ist, ja daß die erste Phase der Kiefersenkung, und zwar nicht nur in einem Umfang von einigen Millimetern, wie Rieger meint, sondern zu einem viel größeren Betrag ausschließlich durch den Pterygoideus externus bewirkt wird und daß erst in einer zweiten Phase die Tätigkeit der Halsmuskeln hinzutritt. Mir scheint hierfür schon eine sehr einfache Wahrnehmung entscheidend zu sein. Verfolgt man an sich selbst mit der Hand die Vorgänge am Halse bei der Öffnung des Mundes, so findet man, daß während des ersten Aktes alles schlaff und weich bleibt, Zungenbein und Schildknorpel wie bei geschlossenem Munde ihre Lage und ihre in der Querrichtung verschiebliche, lockere Situation unverändert beibehalten. Erst von einem bestimmten, und zwar ziemlich vorgeschrittenen Moment der Öffnungsbewegung an bemerkt man eine Erstarrung der Weichteile über und unter dem Zungenbein und gleichzeitig ein Herabsteigen und eine Fixierung des letzteren. Besonders ausschlaggebend scheint mir die lockere Lage des Zungenbeins während der ersten Phase der Öffnung zu sein, denn die Fixierung dieses Knochens ist die Vorbedingung für die Tätigkeit aller Halsmuskeln, die beim Herunterziehen des Unterkiefers irgend beteiligt sein können.

Das Ergebnis einer isolierten doppelseitigen Zusammenziehung des äußeren Flügelmuskels kann unmöglich etwas anderes als die Senkung des Unterkieferkörpers sein. Wie sollte der am obersten, verjüngten Ende des Knochens angreifende Muskel den passiven Widerstand des ganzen massigen, durch starke Muskeln und sonstige Weichteile umlagerten und hierdurch bis zu einem gewissen Grade in seiner Lage festgehaltenen unteren Mandibularteiles überwinden, das heißt den Knochen in seiner Gesamtheit nach vorn ziehen können. Das gelingt erst, wenn dieser untere Teil zur gleichen Zeit durch die Zusammenziehung der Kaumuskeln am Heruntersinken gehindert, gleichsam aufgehängt ist, wie das bei der Anteduktion des Unterkiefers geschieht. Der Zug wirkt im wesentlichen nur auf den oberen Abschnitt des Astes, der untere Teil mit dem Angulus macht die Bewegung nach vorn nicht mit, er verschiebt sich nur etwas nach unten infolge des Herabgleitens des Köpfchens am Tuberculum und beim stärkeren Öffnen wohl auch eine Strecke nach hinten[1]. Die Folge davon muß unbedingt eine Eröffnung des Mundes sein.

Man kann sich hiervon übrigens auch durch ein anatomisches Experiment überzeugen. Man entferne den Jochbogen und den Musc. temporalis und lege das Gelenk von außen und hinten frei, unter Schonung aller Weichteile um den unteren Teil des Ramus und am Körper. Nun

[1] Die Angabe Chissins, daß sich der Kieferwinkel am Ende der Öffnungsexkursion nach oben bewegt, und noch dazu um so viel, wie er es in seiner Fig. 1 darstellt, widerlegt sich durch die direkte Palpation.

ahme man die Tätigkeit des Musc. pterygoideus ext. nach, und zwar nicht durch Anziehen des weichen, zerreißlichen Muskels von vorn her, sondern in der Weise, daß man von hinten einen der Verlaufsrichtung der Faserbündel des Muskels entsprechenden, das heißt nach vorn und einwärts gerichteten Druck auf den Gelenkkopf und das Collum mandibulae ausübt. Der Effekt ist nicht nur ein sofortiges Heruntergleiten des Köpfchens am Gelenkhöcker, sondern gleichzeitig auch eine Rotationsbewegung desselben und dadurch ein ziemlich ausgiebiger Aufschluß des Mundes; der Kondyl rollt sich gleichsam vom Tuberculum ab.

Die Öffnung erfolgt auch nach Durchschneidung des inneren Flügelmuskels und ebenso nach Abtragung des Lig. spheno- und stylomandibulare. Somit erweist sich der äußere Flügelmuskel als der wichtigste Öffner des Mundes, um so mehr als sich die gewöhnlichsten Öffnungsbewegungen, die wir mit dem Munde ausführen, wie die beim Sprechen, Beißen, Kauen kleinerer Stücke, innerhalb der Grenzen der durch ihn bewirkten Munderöffnung halten.

Vorstehende Zeilen waren schon niedergeschrieben, als mir das Referat über eine das Kiefergelenk betreffende Mitteilung von Pommery Lord[1] vor Augen kam. Der Verfasser verfertigte ein Modell der Kaumuskeln mit Schnüren und Gummibändern, die über Rollen liefen, und kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, daß der Musc. pterygoideus externus der Hauptfaktor für das Öffnen des Mundes sei; erst bei starkem Herabziehen des Unterkiefers treten die am Hals befindlichen Öffner, namentlich die Musculi digastrici, in Tätigkeit.

Ad 2. Gehen wir nun zu der Rolle der Halsmuskeln beim Senken des Unterkiefers über, so können wir zunächst das Platysma ausschalten, das ausschließlich mimischer Gesichtsmuskel ist, beziehungsweise nur auf die Weichteile des Gesichtes seine Wirkung ausübt; auf den Kiefer kann es höchstens durch seine passive Dehnung, mit der Haut zusammen, bei stark nach rückwärts geneigtem Kopf als Herunterzieher einwirken. In Betracht kommen sowohl die im Mittelgebiet des Halses unter dem Zungenbein laufenden Längsmuskeln als auch die Mehrzahl der über diesem Knochen befindlichen Muskeln. Erstere: Sternohyoideus, Sternothyreoideus, Thyreohyoideus und Omohyoideus, stellen das Zungenbein von unten her fest, im Verein mit dem hinteren Bauch des Digastricus und dem Musc. stylohyoideus, die es wieder schräg von der Seite und von oben her kommend halb und halb als Antagonisten der ersteren fixieren. Dadurch erst, im Besitze eines Punctum fixum an ihrem Ursprunge, können die unmittelbaren Herabzieher des Unterkiefers: Mylohyoidus, Geniohyoideus

[1] Fr. Pommery Lord, Observations on the temporo-mandibular articulation. Anatom. Record Vol. 7, 1913, pag. 355.

und besonders vorderer Biventerbauch, ihre Wirkung auf die Mandibula entfalten. So erklärt es sich auch, daß Kehlkopf und Zungenbein beim starken Öffnen des Mundes beträchtlich herabsteigen. Man kann die Längsmuskeln unter dem Zungenbein mit den letztgenannten Muskeln zusammen als ein einheitliches longitudinales Muskelsystem auffassen, das durch das Zungenbein wie durch eine Inscriptio tendinea unterbrochen ist und das seinen eigentlichen Fixpunkt am Brustbein und Schlüsselbein hat.

Verschiedene Menschen können ihren Mund verschieden weit öffnen; die Entfernung zwischen oberen und unteren Schneidezähnen schwankt bei maximaler Öffnung zwischen 3·2 und 6·2 *cm*; Chissin fand durchschnittlich 4·4 *cm*. Gewöhnlich ziehen sich hierbei auch die mimischen Gesichtsmuskeln, die die Mundöffnung in der Querrichtung erweitern, zusammen: läßt man sie erschlaffen, so weichen die Zahnreihen um einige Millimeter noch weiter auseinander.

Natürlich läßt sich das Öffnen des Mundes auch in umgekehrter Weise, nämlich derart ausführen, daß der Unterkiefer der ruhende Gelenkteil ist und der Oberkiefer, richtiger der ganze übrige Schädel die Öffnungsbewegung vollzieht. Das ist der Fall z. B. wenn man das Kinn fest auf die Hand stützt und nun den Mund öffnet. Hierbei sind die Nackenmuskeln, besonders die tiefen, als Öffner tätig.

Zum Schließen der Kieferteile besitzen wir drei kräftige Muskeln, und zwar — ihrer Stärke nach in abnehmender Reihenfolge angeführt — Masseter, Pterygoideus internus, Temporalis, alle drei innerviert vom motorischen Teil des dritten Trigeminusastes. An drei verschiedenen Stellen des Schädels: am Jochbogen, an der ausgedehnten Schläfenfläche, an der Seitenwand des Hirnschädels und an dem an der unteren Fläche der Schädelbasis angebrachten Flügelfortsatz entspringend, setzen sie sich am aufsteigenden Ast des Unterkiefers außen und innen an, und zwar in seiner ganzen Breite vom unteren Rand bis zur Spitze des Rabenschnabelfortsatzes.

Ihre Aktion ist außerordentlich kräftig — Rosenthal (Sitzungsbericht der physikalisch-medizinischen Sozietät in Erlangen 1895) bestimmte den Kaudruck zwischen 40 und 50 *kg*, Eckermann (Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1911) zwischen 40—80, respektive beim Weibe zwischen 30—60 *kg* — und besonders können sie im letzten Moment der Kaubewegung, wo sie nicht mehr gedehnt sind, eine enorme Kraft entwickeln, die durch Übung noch beträchtlich gesteigert werden kann (»Zahnartisten«).

Für das Zurückführen des Kieferköpfchens vom Tuberculum in die Gelenkpfanne beim Zahnschluß scheinen die hinteren Fasern des Schläfenmuskels von besonderer Bedeutung zu sein.

b) Vor- und Rückwärtsschiebung des Unterkiefers. (Vor- und Rückbiß.)

Die Vorwärtsschiebung des Unterkiefers pflegen wir als selbständige Bewegung z. B. auszuführen, gewöhnlich in Verbindung mit einem Zurückneigen des Kopfes, so oft wir die Haut des Halses aus irgendeinem Grunde, z. B. beim Rasieren oder zum Kratzen, in gespannten Zustand bringen wollen. Auch haftet eine gewisse mimische Ausdrucksnuance (Zorn, Herrschermiene) der Mundstellung am Ende dieser Bewegung (Progenie) an. Im allgemeinen wird diese Bewegung beim Menschen allein für sich selten ausgeführt. Der Unterkiefer kann sich natürlich unmöglich in einer streng horizontalen Ebene nach vorn verschieben, da ihm hierfür zwei Hindernisse im Wege stehen: erstens das Vorgreifen der oberen Vorderzähne vor die unteren, der »Vorbiß«, und zweitens das nach unten vorspringende Tuberculum articulare. Beide Hindernisse müssen umgangen werden. Die unteren Schneide- und Eckzähne müssen sich zuerst senken, um unter den Kaurändern der oberen vorbeizukommen; erst wenn dies erfolgt ist, können sie entweder in einer geraden Ebene horizontal nach vorn gehen oder — was zumeist geschieht — in einer schief ansteigenden Bahn ein wenig vor die Oberzähne treten, in welchem Falle dann die ganze Strecke, die sie beschrieben haben, eine nach oben konkave Schlinge darstellt. Zu gleicher Zeit gleitet der Gelenkkopf auf der hinteren schiefen Ebene des Tuberc. articulare herunter, worauf dann noch als zweite Phase eine leichte horizontale Verschiebung auf der Kuppe des Tuberculums folgt. Der Diskus macht die Verschiebung des Köpfchens mit. Die beiden geschilderten Bewegungen sind miteinander nicht parallel, da der Neigungswinkel des hinteren Abhanges des Tuberculums zur Horizontalen ein anderer ist als der der schiefen Bahn, längs welcher sich die unteren Inzisivi herabzusenken haben; ersterer beträgt nach Gysi 20—45°, im Mittel 33°, letzterer 40—70°. Überdies entspricht der zweiten, horizontalen Strecke der Kondylenbahn zumeist eine schräg aufsteigende Strecke der Inzisivenbahn. Die Bewegungsbahn des Unterkiefers ist demnach ziemlich unregelmäßig, sie ist verschieden an dem vorderen und dem hinteren Ende. Der Gelenkkopf gleitet nicht nur herunter am Gelenkhöcker, sondern rotiert sich auch etwas zur Überwindung des Schneidezahnüberbisses.

Da sich der Unterkiefer in der ersten Phase der Bewegung mit seinem vorderen und hinteren Ende senkt, muß er sich wohl auch mit seinen mittleren Teilen senken, mit anderen Worten: es ist — einen normalen Vorbiß und ein normal entwickeltes Tuberculum vorausgesetzt — einfach undenkbar, daß die Backen- und Mahlzähne bei dieser Bewegung ständig in Berührung miteinander bleiben sollten, daß das Vorwärtsschieben des Unterkiefers, wie das manchmal angegeben wird, bei »fest aneinander ge-

preßten Zähnen« vollzogen werden könnte. Man kann sich hiervon am besten am mazerierten Schädel überzeugen. Es ist ein Ding der Unmöglichkeit, bei okkludierten Zahnreihen den Unterkiefer gegen den Oberkiefer nach vorn zu verschieben. es wäre denn, daß man mit den unteren Schneidezähnen die vor ihnen herunterragenden oberen abbricht. Ob dies bei der viel selteneren Form des Aufbisses (Labidontie) möglich ist, scheint mir auch fraglich, und zwar mit Rücksicht auf die Verlaufweise der Okklusionslinie. Die Speesche Kurve oder Kompensationskurve kann demnach keine besondere Rolle bei dieser Bewegung spielen. Darunter verstehen wir den bei der Seitenansicht sichtbaren, nach unten konvexen Bogen, den die Zahnreihen im Bereich der Prämolaren und Molaren beschreiben. Spee[1] legte dieser Kurve eine besondere Bedeutung für die Vorschubbewegung des Unterkiefers bei, er meinte, daß sie genau der Kreislinie entspreche, die die unteren Molaren bei dieser Bewegung beschreiben, wodurch dann erreicht werde, daß die oberen und unteren Hinterzähne in jedem Moment der Bewegung miteinander in Kontakt bleiben. Darauf zielt wohl auch die ihrer Provenienz nach mir unbekannte (Angle?) Bezeichnung »Kompensationskurve« hin, die wohl andeuten will, daß das Heruntergleiten am Tuberc. articulare und die Kreisbewegung der unteren Inzisivi beim Vorbiß durch das Ab- und Aufsteigen der Kaulinie im Bereich der Molaren kompensiert werden soll. Dazu wäre aber die erste Bedingung, daß der Scheitel des Tuberculum articulare und auch sein hinterer Abhang in die Kreislinie der Speekurve falle. Das ist nun aber nicht der Fall, die absteigende Fläche des Tuberculums bildet vielmehr einen spitzen Winkel mit der Speekurve, und das Tuberculum senkt sich unter deren hintere Fortsetzung. Aber wenn diese Bedingung auch erfüllt wäre, so bliebe immer noch die zweite Bedingung übrig, die nämlich, daß sich auch die Schneidekanten der Frontzähne der Speekurve fügen. Das trifft nun aber ebenfalls nicht zu, die Kurve reicht nur bis zum Eckzahn, die freien Ränder der vorderen Zähne schließen sich schon geradlinig aneinander. Überdies kommt als schwerwiegender Gegenbeweis die direkte Beobachtung hinzu, die uns zeigt, daß die Postkaninen bei dieser Bewegung, wenigstens bei dem normalen Vorbiß, nicht in Kontakt miteinander stehen. So hätte also die Speekurve von diesem Gesichtspunkt aus keinen Zweck. Ihre Bestimmung liegt anderwärts, wie das an einer anderen Stelle auseinandergesetzt werden soll[2].

---

[1] Spee, Die Verschiebungsbahn des Unterkiefers am Schädel. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung, 1890.

[2] Neuerdings hat sich besonders J. Grünberg (Die horizontale Kurve der Zahnbogen, Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 24, 1908, S. 151) für die Speesche Ansicht ausgesprochen. Grünberg betrachtet es geradezu

Angesichts der unregelmäßigen Form der Bewegung des Unterkiefers beim Vorschub und Rückschub scheint es uns ein vergebliches Bemühen, eine einheitliche Achse für diese Bewegung zu finden. Daher auch die große Divergenz in der Bezeichnung einer solchen. So entspricht sie nach Spee einer die Mittelpunkte der Augenhöhlenöffnungen verbindenden Linie, während sie Gysi in die Gegend des sechsten bis siebenten Halswirbels verlegt. Meiner Ansicht nach müssen hier zumindest zwei Bewegungsachsen angenommen werden, je eine für die erste und die zweite Phase der Bewegung; für die erste, bei der Kondyl und Schneidezähne absteigen, mag die Achse hinter dem Kondyl, möglicherweise an der Gysischen Stelle liegen, für die zweite Phase aber, bei der der Kondyl horizontal nach vorn gleitet, während die unteren Schneidezähne eine schräg ansteigende Bahn beschreiben, muß sie oberhalb der Bewegungsbahn gesucht werden.

Am Vorwärtsschieben des Unterkiefers sind als bewegende Kräfte alle Kaumuskeln beteiligt, aber nicht im gleichen Maße, die Hauptaufgabe fällt den Pterygoidei zu und von diesen wieder hauptsächlich dem externus. Würde letzterer allein funktionieren, so wäre nicht nur ein Vorwärtsgleiten des Kondyls, sondern nach dem oben Ausgeführten gleichzeitig auch eine Öffnungsbewegung des Unterkiefers die Folge. Hier greifen aber die übrigen Kaumuskeln hemmend ein, indem sie durch ihre mäßige Zusammenziehung die Bewegungen in senkrechter Richtung verhindern, so daß nur die reine Vorwärtsverschiebung übrigbleibt. Übrigens haben an letzterer neben den Flügelmuskeln auch die zwei anderen Kaumuskeln ihren Anteil, der Masseter infolge des schief nach hinten-unten gerichteten Verlaufes seiner oberflächlichen Portion, der Temporalis vermöge seiner vordersten schrägen Fasern.

Als Hemmungsvorrichtung für den Vorschub kommt die Spannung des hinteren Teiles der Gelenkkapsel und der hinteren Bündel des Musc. temporalis in Betracht. Auch dürfte am Endpunkt der Bewegung die vorwärts ziehende Wirkung der Muskeln erschöpft sein. Zur Rückführung genügt schon das Nachlassen der Muskeltätigkeit, nebst der Spannung der Gelenkkapsel, unterstützt vielleicht durch die Zusammenziehung der hintersten Bündel des Schläfenmuskels.

Ein ausgiebiges Betätigungsfeld der geschilderten Bewegung, allerdings mit sehr geringen Beträgen der Vorwärtsverschiebung, ist das Kauen und besonders das Abbeißen, bei der die Schneidezahnränder gleichzeitig

---

als ein Kriterium der normalen Okklusion, daß sich die beiden Zahnreihen bei der Vorwärtsbewegung nicht voneinander entfernen. Aus der Grünbergschen Ansicht würde folgen, daß die weitaus überwiegende Mehrzahl der Menschen — nämlich alle Menschen mit Vorbiß — mit einer abnormen Okklusion behaftet ist.

mit der Öffnung der Zahnreihen durch den Vorschub des Unterkiefers in opponierte Stellung gebracht werden, um dann während des Zubeißens durch scherenartiges Aneinandergleiten den zwischen sich gefaßten Gegenstand zu zerschneiden. Bei der kreisförmigen Mahlbewegung kommt die Anteduktion als Teilstrecke der kombinierten Bewegungsbahn in Betracht.

Man kann bei geschlossenen Zahnreihen den Kiefer auch eine Kleinigkeit nach hinten verschieben, durch eine Zugwirkung des hinteren Teiles des Schläfenmuskels und besonders, bei fixiertem Zungenbein, des vorderen Biventerbauches, sowie des Mylo- und Geniohyoidus. Ermöglicht wird diese Verlagerung durch den Umstand, daß der Gelenkkopf auch mit Hinzurechnung des Diskus die knöcherne Pfanne nicht vollkommen ausfüllt, daß er namentlich deren hinterstes Gebiet frei läßt, wodurch das Capitulum Raum hat, sich ein wenig nach hinten zu verlagern, natürlich unter Kompression des Diskus und der Weichteile zwischen Gelenk und knöchernem und knorpeligem Gehörgang. Da die Gelenkpfanne nach hinten zu niedriger wird, ist die Bewegung auch hier nur unter gleichzeitigem Senken des Köpfchens möglich, welchem Umstande die Beobachtung entspricht, daß sich hierbei die Hinterzähne leicht voneinander entfernen. Im ganzen ist die Bewegung recht geringfügig. Sie wird von mancher Seite überhaupt geleugnet, und in der Tat ist es verdächtig, daß man, wenn man den Finger während der Ausführung dieser Bewegung im Gehörgang hält, nichts von einer Zurückverlagerung des Köpfchens wahrnimmt.

c) Bewegungen nach der Seite.

Eine reine Querbewegung des Unterkiefers, aktiv ausgeführt, liegt nicht im Bereich der Möglichkeit, und zwar lediglich aus dem Grunde nicht, weil wir keinen Muskel hierfür haben. Der Musc. masseter könnte wohl bei einseitiger Tätigkeit den Unterkiefer etwas nach seiner Seite ziehen, besonders bei einer am Jochfortsatz breiten, gegen die Kieferwinkel zu sich verjüngenden Gesichtsbildung, indem sein Ursprung am Jochbogen nach außen liegt gegen seinen Ansatz am Unterkiefer, doch würde dies keine reine Querbewegung, sondern gleichzeitig auch infolge des schief nach unten und hinten gerichteten Verlaufes des Muskels eine geringe Vorwärtsverschiebung der Mandibula ergeben.

Daß im Knochen und im Gelenk die Bedingungen einer solchen Seitwärtsverschiebung, freilich nur ganz geringen Grades, nicht fehlen, ersieht man daraus, daß passiv durch abwechselnden Druck auf das rechte und linke Kieferköpfchen eine reine Seitenverschiebung möglich ist, allerdings nur bei losem Gelenk, das heißt bei leicht geöffnetem Mund (Mittelstellung), dagegen gelingt diese Verschiebung — bei mir wenigstens —

weder bei völlig okkludiertem noch aber, wie Eltner[1] angibt, bei vorgeschobenem Unterkiefer.

Bei der aktiv vollziehbaren Seitenbewegung handelt es sich um etwas anderes. Sie wird ausgeführt bei dem eigentlichen Kauen oder der Mahlbewegung, aber nicht allein, sondern stets in Kombination mit den beiden anderen oben abgehandelten Bewegungsarten, besonders aber mit der Öffnungs- und Schließungsbewegung, die auch hier das wichtigste ist; letzteres ist eine spezifisch menschliche Eigenart (Richter[2]). Es liegen sehr genaue Untersuchungen, zum großen Teil Selbstbeobachtungen, von Walker, Hesse, Wallisch, Kieffer, Peckert, Breuer, Gysi, Zsigmondy u. a. darüber vor, welche Art von Exkursionen unsere Kiefer ausführen, wenn wir einen Bissen zwischen die Hinterzähne nehmen und ihn zerkauen. Nach Zsigmondy[3] kann man die Bewegung der unteren Mahlzähne jener Seite, mit der man das eigentliche Kauen vollzieht, in drei Strecken zerlegen. Zuerst werden die Zähne aus der Okklusionsstellung schief nach unten und außen geführt, dann rein nach außen, zuletzt dann auf dem kürzesten Weg wieder schief zurück in die Okklusionslage, längs der seitlichen Abhänge der Höckerpyramiden, wobei die Nahrungsteile zwischen den schrägen Ebenen zermalmt und zerquetscht werden. Nach Gysi trifft diese Dreieckform der Verkehrsbahn nur beim Zerkauen relativ weicher, nicht zu faseriger Bissen zu, bei spröderen Nahrungsteilen ist die Bahn viereckig oder oval, indem die letzte Strecke wieder in einen senkrecht aufsteigenden, die Höckerspitzen in Opposition bringenden und einen schräg zur Okklusion zurückführenden Teil zerfällt. Die letzte schräge Strecke entspricht der Richtung, in der die oberen Mahlzähne in die Kiefer eingesenkt sind, so daß die ineinander eingreifenden Zähne ihre volle Kraft entfalten können. Da sich die ganze verwickelte Bewegung, abgesehen natürlich vom gleichzeitigen Auf- und Zubiß, auf einem sehr kleinen Arbeitsfeld abspielt, erscheint das Kauen so manchem als ein einfaches Durchquetschen des Bissens. Eine eigentliche flache »Mahlbewegung« kommt höchstens bei ganz zahnlosen Kiefern oder völlig abgeschliffenen Zähnen vor.

Ein Teil der geschilderten Bewegungskombination erheischt eine nähere Analyse, und zwar der seitwärts gerichtete. Schon Ferrein (1774) hat hier den Kernpunkt erkannt, nämlich die Tatsache, daß es sich dabei keineswegs um parallele Bewegungen der beiden Kieferhälften handelt, sondern

[1] E. Eltner, Mechanik des Unterkiefers und die zahnärztlichen Prothesen. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. Herausgegeben von J. Witzel. Heft 20, 1911.

[2] W. Richter, Der bilateral-symmetrische Kaumechanismus des Menschen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrgang XXXVIII, 1920, S. 337.

[3] O. Zsigmondy, Über die Bewegungen des Unterkiefers beim Kauakt. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie Jahrg. X, 1912, S. 175.

um zwei verschiedene Arten der Bewegung, indem sich das eine Kieferköpfchen, und zwar dasjenige der Seite, mit der man eigentlich kaut, ganz minimal um seine senkrechte Achse dreht, während das andere eine geringe Teilstrecke eines nach vorn gerichteten Kreisbogens um diese Achse als Mittelpunkt beschreibt. Diesem Bewegungsmodus entspricht auch die Wahrnehmung, daß wir, besonders bei härteren Bissen, nicht beide Kieferhälften gleichzeitig mit gleicher Intensität in Anspruch nehmen, sondern den Schwerpunkt des Kauens immer auf die eine Seite legen, und zwar ein normales und vollständiges Gebiß vorausgesetzt abwechselnd auf die rechte und die linke, nach Breuer im allgemeinen mit Bevorzugung der rechten. Wie gesagt, entspricht die stärker beanspruchte Seite derjenigen, wo der Kondyl um sich selbst rotiert. Auf dieser Seite stoßen auch die Zähne fest aufeinander, während sie auf der anderen leicht klaffen. Setzt man während der Mahlbewegung die Zeigefinger der rechten und linken Hand auf die beiden Gelenke, so fühlt man auf der Seite, mit der man die Hauptaktion des Kauens vollführt, kaum eine Bewegung des Kondyls, während auf der anderen deutlich dessen Vorwärtsgleiten wahrzunehmen ist.

Sehr klar kommt diese Art der Bewegung an den von oben, aus der Vogelperspektive aufgenommenen Röntgenlichtbildern der nach Art der Mahlfunktion bewegten Gelenke eines anatomischen Präparats zur Ansicht, die Breuer veröffentlicht hat.

Dieser »alten« Lehre von der Mahlbewegung gegenüber hat zuerst Walker[1] die Ansicht vertreten, daß das rotierende Kieferköpfchen bei der Seitwärtsverschiebung des Unterkiefers nicht auf dem Platze seiner Grundstellung dicht hinter der schiefen Ebene des Tuberculum articulare verbleibe, sondern sich auf dem lateralen Pfannenrand nach rückwärts verlagere. Die Drehung erfolge demnach nicht um eine durch den Kondyl gehende senkrechte Linie, sondern um eine einwärts von ihr zwischen den beiden Kondylen in von Fall zu Fall wechselnder Lage befindliche Achse.

Auch Breuer, Gysi und Rumpel[2] schließen sich dieser Ansicht an, während Fick sie als unrichtig bezeichnet. Mir scheint es auch a priori kaum denkbar, daß das Köpfchen, das bei seiner Rotation seine laterale Hälfte ohnehin schon etwas nach hinten dreht, bei den sehr engen Raumverhältnissen hinter dem Gelenk noch Platz fände, um sich im ganzen nach hinten zu verschieben.

Wir sahen vorhin, daß auf der Seite des »schwingenden« Köpfchens die Hinterzähne ein wenig auseinanderklaffen. Was ist nun der Grund

[1] Walker, The glenoid fossa; the movements of the teeth, etc. Dental Cosmos 1896.

[2] C. Rumpel, Das Kiefergelenk, seine Anatomie und Mechanik. Korrespondenzblatt für Zahnärzte Nr. 40, 1911, S. 40.

dieser zuerst von Walker und Hesse[1] experimentell in sehr sinnreicher Weise nachgewiesenen Erscheinung? Die Erklärung liegt, wie das schon die genannten Forscher richtig erkannt haben, darin, daß der schwingende Kondyl bei seiner nach vorn-innen gerichteten Kreisbewegung am Tuberculum herunterzugleiten hat und infolgedessen die ganze zugehörige Kieferseite etwas tiefer tritt. Die Folge dieser einseitigen Senkung ist, daß der ganze Kiefer in eine etwas schiefe Lage gerät. Auch der anderseitige Kondyl legt sich eine Spur nach der medialen Seite um, beschreibt also, gleichzeitig mit seiner Bewegung um die vertikale Achse, eine Drehung um eine sagittale Achse. Aus der Kombination der beiden Achsen läßt sich nach Fick eine »konstruktive« oder »resultierende« Achse ableiten, um die sich die Kaubewegungen in Wirklichkeit vollziehen. Sie geht durch den Kondyl nicht ganz senkrecht, sondern schräg, mit dem oberen Ende eine Spur nach vorn geneigt.

Nun ist aber die Angabe von dem Klaffen der Zähne der anderen Seite dahin einzuschränken, daß sich dieses Klaffen nur auf die zwischen den vordersten und hintersten Zähnen befindlichen Zahnkategorien bezieht. Der mediale Schneidezahn ebenso wie der dritte Molar bleiben in Berührung mit ihren Gegenzähnen. Für den ersteren liegt die Erklärung im normalen Vorbiß, infolgedessen die Schneidezähne auch bei einer gewissen Senkung des Unterkiefers — die Senkung darf allerdings nicht 3 *mm* überschreiten, was ja auch bei der eigentlichen Mahlbewegung nicht der Fall ist — den Kontakt miteinander immer noch bewahren. Bei den Weisheitszähnen kommt die Speekurve in Betracht. Vermöge der nach unten konvexen Wölbung der Mahlflächenlinie der Oberzähne ragt der zweite obere Molar tiefer herunter als der dritte, ja schon die mesiale Hälfte des dritten Molars tiefer als dessen distaler Rand. Infolgedessen muß der distale Teil des unteren Weisheitszahnes auch bei einer geringfügigen Senkung, und nur um eine solche handelt es sich ja, bei der in Rede stehenden Bewegung schon nach einer kurzen Strecke der Vorwärtsverlagerung auf den mesialen Teil des dritten oder den distalen des zweiten oberen Molars stoßen.

Die Mahlbewegungen sind von außen sichtbar und man hat oft Gelegenheit, sie zu beobachten, wobei die individuellen Unterschiede des Bewegungsanfanges und des sich anschließenden Spieles der äußeren Weichteile in die Augen fallen. Bei dem einen kaum sichtbar, äußert sich die Kauaktion bei dem anderen in weiten Öffnungs- und Schließungsbewegungen mit deutlich erkennbaren Verschiebungen der ganzen unteren Gesichtshälfte und lebhafter Tätigkeit der Gesichtsmuskeln. Gewohnheit, Tempe-

[1] Hesse, Zur Mechanik der Kaubewegungen des menschlichen Kiefers. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 1897.

rament und Erziehung scheinen hierauf von Einfluß zu sein. Fick bezeichnet als das Maximum der Mahlbewegung die Breite eines Molarzahnes: um soviel verschiebt sich auf der Seite der Vorwärtsbewegung ein Hinterzahn nach vorn. Die Schneidezähne des Unterkiefers treten über die Mittellinie herüber, so daß der untere Eckzahn unter die Mittellinie zu liegen kommt. Doch wird dieses Maximum gewöhnlich nicht ganz ausgenutzt.

Die Hemmung des Seitenbisses ist in der Anspannung der der Bewegungsrichtung entgegengesetzten Kapselteile und des lateralen Seitenbandes gegeben.

Man kann die nach der Seite gerichteten Bewegungen auch bei mäßig geöffnetem und ebenso bei vorwärts geschobenem Kiefer ausführen, wobei man ein Krachen in den Gelenken spürt und durch Knochenleitung hört.

Wenn wir die Muskeln betrachten, die bei der Seitenbewegung tätig sind, so müssen wir diese Bewegung in zwei Akte zerlegen und dabei die beiden Kieferseiten gesondert ins Auge fassen. Im ersten Akt dreht sich der rotierende Kondyl nach hinten-außen, der schwingende nach vorn-innen. Ersteres wird durch den hintersten Abschnitt des Schläfenmuskels und vielleicht auch, bei fixiertem Zungenbein, durch den vorderen Biventerbauch und besonders den Mylohyoideus (Riegner, Fabian), letzteres hauptsächlich durch den Pterygoideus externus besorgt. Nun folgt der zweite Akt, das Zurückführen des Kiefers aus der geöffneten und seitwärts verschobenen Lage in die Okklusionsstellung, die eigentliche wirksame Phase des Kauens. Hier kommen nun alle Schließer in Betracht und als Zurückführer aus der Seitenlage auf der Seite, mit der man kaut, der Musc. pterygoideus internus, vermöge seines stark von innen nach außen gerichteten Verlaufes, auf der anderen Seite der hinterste Teil des Musc. temporalis.

V. Die Weichteile der Mundgegend und die Gebilde der Mundhöhle.

1. Mundspalte und Lippen.

Die Mundspalte (Rima oris) ist die von den beweglichen Lippen umfaßte quergestellte Eingangsöffnung des Nahrungskanals. Auf das Gebiß bezogen liegt sie etwas oberhalb der Okklusionslinie der Zähne, so daß die Unterlippe nicht nur mit den Unterzähnen, sondern auch mit den Oberzähnen in Berührung steht, während die Oberlippe nur den Oberzähnen anliegt. Hieraus ist es leicht erklärlich, daß durch die eigenen Zähne herbeigeführte Bißwunden hauptsächlich die Unterlippe betreffen. Der Mundwinkel (Angulus oris) entspricht normal dem medialen Rand des ersten oberen

Prämolars. Eine breitere Mundspalte ist dem auf S. 5 Mitgeteilten gemäß als Entwicklungshemmung aufzufassen.

Die Lippen sind Falten, in deren Bereich die äußere Haut vermittels einer Übergangsformation in die Schleimhaut der Mundhöhle übergeht; sie werden ausgefüllt durch Muskeln, Bindegewebe, Fett, Drüsen, Nerven und Gefäße. Man kann an ihnen einen Hautteil, einen Übergangsteil oder das Lippenrot (Rubor labiorum) und einen Schleimhautteil unterscheiden. Die Pars cutanea reicht an der Oberlippe vom Lippensaum bis zur Nasenbasis, seitlich bis zur Nasolabialfurche, falls eine solche ausgeprägt ist, sonst geht sie ohne scharfe Grenze in die Haut der Wangengegend über, an der Unterlippe setzt sie sich gegen das Kinn durch den querlaufenden Sulcus mentolabialis ab, seitlich fehlt eine Grenzmarke, nur bei älteren Individuen, besonders weiblichen Geschlechts, findet man oft als äußere Begrenzung der Unterlippen- und Kinngegend eine vom Mundwinkel etwas schief zum unteren Rand des Unterkiefers herabziehende scharf geschnittene Furche (Sulcus labiomarginalis), die den mittleren, dem Knochen straffer anliegenden vom seitlichen, schlaffer herunterhängenden Teil des Weichteilgebietes der unteren Gesichtspartie trennt. An der Oberlippe heißt die mittlere, durch wallartig hervortretende Ränder eingefaßte Vertiefung Philtrum. Luschkas Meinung, daß sie mit der embryonalen Verschmelzung des mittleren Nasenfortsatzes mit dem Oberkieferfortsatz etwas zu tun habe, hat sich als unzutreffend erwiesen; sie entsteht in verhältnismäßig späten fetalen Stadien aus jenen leistenförmigen Epithelwucherungen, auf die zuerst Retzius (1904) die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Die Oberlippe steht stärker vor als die Unterlippe, was besonders bei der Profilbetrachtung zu erkennen ist; ein gewisses Maß darf dieses Hervortreten natürlich nicht übersteigen, um noch als normal bezeichnet werden zu können. Ragt im Gegenteil die Unterlippe stärker vor, so reden wir von Progenie oder einer Habsburglippe. Bei dem Labium duplex s. Leopoldinum trennt eine mit dem Lippenrand parallele Furche die dicke, gewulstete Unterlippe in zwei Teile. Die Lippen der Männer sind im allgemeinen voller als die der Frauen. Sind die Lippen schnauzenartig vorgestülpt, was namentlich bei der negroiden Rasse als Rassenmerkmal vorkommt, so nennen wir das Procheilie (von χεῖλος, τὸ, die Lippe), senkrecht profilierte Lippen werden durch den Namen Orthocheilie, eingezogene Lippen (bei erhaltenen Zähnen) — eine hauptsächlich bei der nordeuropäischen Rasse sporadisch vorkommende Erscheinung — durch den Namen Opistocheilie gekennzeichnet.

Höhe, Zuschnitt, Farbe und Glanz der Lippen wechselt; oft finden wir das Lippenrot mit feinen senkrechten Fältchen besetzt. Ihre rote Farbe verdanken die Lippen einerseits ihrem reichen kutanen und subkutanen Blutgefäßnetz, anderseits und hauptsächlich dem geringen Grad der Verhornung

ihrer Epidermis, woraus sich auch die Weichheit der Lippen erklärt. Bei Neugebornen zerfällt, wie zuerst Luschka (1863) nachgewiesen hat, der rote Lippensaum in zwei Zonen; die äußere Pars glabra entspricht dem Lippenrot des Erwachsenen, die innere Pars villosa, die etwas blasser und mit feinen, nur mit der Lupe sichtbaren punktförmigen Höckerchen besetzt ist, nähert sich in ihrem Aussehen mehr der Schleimhaut. Die beiden Zonen grenzen sich deutlich, manchmal durch eine Furche, gegeneinander ab; sie verschwinden in der Regel schon einige Wochen nach der Geburt, indem die innere Zone von der sich allmählich ausbreitenden äußeren verdrängt wird. Auch der beim Neugebornen vorhandene mittlere hügelförmige Vorsprung der Oberlippe (Tuberculum labii superioris), der auf der Innenfläche birnförmig verjüngt in das obere Lippenfrenulum übergeht, schwindet gewöhnlich frühzeitig.

An der Innenfläche der Lippen beginnt schon die eigentliche Schleimhaut mit ihrer rosigen Färbung und ihrer feuchten Oberfläche. Die Lippen reichen innen bis zum Sulcus vestibularis. In der Mittellinie spannt sich oben wie unten von der Lippe zum Alveolarfortsatz ein Schleimhautfältchen an: das Lippenbändchen (Frenulum labii sup. et inf.), wovon das obere v[illegible] stärker als das untere entwickelt ist. In 21 % (Favaro 1900) gibt es im Unterkiefer neben der medianen Falte jederseits noch eine unscheinbare seitliche Falte (Plica lateralis), die an der Grenze zwischen Eckzahn und erstem Backenzahn inseriert; bei den Affen ist sie stärker entwickelt. Die Schleimhaut der Lippen ist nicht immer als glatt zu bezeichnen; erstens verursachen die dicht unter der Schleimhaut gelegenen Schleimdrüsen stets flache, ungleichmäßige Vorwölbungen an ihr, zweitens hat sie bei vielen Individuen ein samtartiges Aussehen: schon mit freiem Auge, besser mit der Lupe sind an ihr ganz feine, dicht gedrängte Zöttchen zu erkennen. Diese Struktur erstreckt sich nicht nur über beide Lippen, sondern auch über die Wangenschleimhaut. Sie dürfte zusammen mit dem Papillenbesatz der Zunge für die Selbstreinigung der Zähne nicht gleichgültig sein.

Der Hauptbestandteil der Lippen ist ihre kräftige Muskulatur. Der Musc. orbicularis oris verdient diesen Namen nicht; er bildet keinen zusammenhängenden Muskelring um die Mundöffnung, sondern die Muskelplatten der Ober- und Unterlippe sind unabhängig voneinander, ja selbst in der Mittellinie besteht eine gewisse Trennung der rechten und linken Muskelhälfte (Testut, Eisler[1]). Die oberflächlichen Fasern des Muskels gehen nämlich in der Mitte in feine Sehnenfäserchen über, die unter reichlicher Durchkreuzung und Verfilzung mit denen der anderen Seite sich an der Cutis der mittleren Lippengegend befestigen; die tieferen schieben sich allerdings in der Mitte ununterbrochen alternierend ineinander, aber sie

[1] P. Eisler, Die Muskeln des Stammes. Jena 1912, S. 134.

endigen auch in einiger Entfernung von der Medianlinie entweder frei im interfaszikularen Bindegewebe oder mit sehnigen Ansätzen an der Haut. Seitlich findet der Muskel sowohl der Ober- wie der Unterlippe in einem senkrechten Streifen sein Ende, der am Mundwinkel dicht unter der Schleimhaut des Vestibulum oris verläuft und zugleich auch dem Hauptteil des M. buccinator zum Ansatz dient. Einzelne Bündel des M. orbicularis verbinden sich an den Mundwinkeln oder in ihrer Nähe schaltsehnig mit Bündeln des Caninus, Risorius, Buccinator, Triangularis und Platysma, ferner gibt es hier auch Endigungen an der Haut und Schleimhaut des Angulus oris. An den mikroskopischen sagittalen Durchschnitten der Lippen nimmt der Muskel in der ganzen Höhe der Lippe ungefähr das mittlere Drittel des Durchschnittes ein. In der Nähe der Mundspalte sind die Bündel schmäler und dichter gelagert, mehr peripherisch gröber und lockerer angeordnet. Bezeichnend für den Menschen ist die »Eversion« des Randteiles des Muskels, das heißt die Muskelplatte biegt sich im Lippenrot hakenförmig nach vorn um. Man hat diese Umkremplung als Ursache der Bildung des Lippenrots — dieses spezifischen menschlichen Merkmales — bezeichnet, doch ließe sich hier mit ebensoviel Berechtigung Ursache und Wirkung umkehren.

In jeder Lippe besteht noch ein besonderes, nur mit dem Mikroskop sichtbares System von Muskelfasern, der von Klein 1869 entdeckte Musc. compressor labii s. labii proprius s. cutaneo-mucosus. Es sind das spärliche Bündelchen, die, von der Haut im Randgebiet des Lippensaumes ausgehend, den Musc. orbicularis sagittal durchsetzen, um im gegenüberliegenden Schleimhautbezirk zu endigen. Bovero (1901) leitet sie vom Platysma ab.

Der Orbicularis ist nur ein Teil des Muskelsystems der Lippen. Er bildet aber mit den Musculi incisivi zusammen als Sphinkter in funktioneller Hinsicht eine Einheit gegenüber den anderen in die Lippen einstrahlenden Muskeln, die alle Erweiterer und Aufschließer der Mundöffnung sind. Von oben strahlen in die Oberlippe beziehungsweise in den Muskelfilz des Mundwinkels, sich mit den Bündeln des Orbicularis verflechtend, die Mm. zygomaticus, quadratus labii sup. und Caninus, in die Unterlippe von unten der Musc. triangularis und quadratus labii inf. Doch gehen diese Muskeln teilweise auch in die andere Lippe über. Besonders gilt dies für zwei Muskeln: den Caninus und den Triangularis. Ersterer durchflicht sich reichlich im Muskelknoten des Mundwinkels mit anderen Muskeln und endigt zum Teil schon in der Haut und Schleimhaut des Angulus oris und etwas lateral davon, zum Teil biegen sich aber die Bündelchen medianwärts in die Unterlippe um, wo ihre Fasern teils zwischen den Bündeln des Orbicularis auslaufen, teils an der Haut inserieren. Auch vom Zygomaticus

zieht eine wechselnde Anzahl von Bündeln am Mundwinkel vorbei in die Haut der Unterlippe, vom Triangularis geht sogar der größte Teil in die Oberlippe über, um dort teils frei zwischen den Orbicularisfasern, teils an der Cutis der lateralen Lippenhälfte zu endigen. In beide Lippen treten zur Haut und Schleimhaut von der Seite her Fasern des M. risorius und buccinator, vom letztgenannten Muskel allerdings nur ein kleiner Bruchteil, da seine Fasern in der Hauptsache an dem vorhin erwähnten sehnigen Streifen am Mundwinkel endigen. Es sind dann noch schließlich die Musculi incisivi zu erwähnen, kleine, zierliche Muskelchen, jederseits ein oberer und ein unterer, die an der Fossula incisiva sup. und inf., das heißt an der vorderen Alveolarwand des lateralen Schneidezahnes entspringen und unmittelbar unter der Schleimhaut des Fornix vestibularis nach außen ziehen, um sich an der Haut des Mundwinkels zu befestigen.

Vor dem Musc. orbicularis, zwischen ihm und der Haut, findet sich eine wechselnde Menge von Fettgewebe, durchsetzt von starken Bindegewebssträngen, die die Cutis fest mit der muskulösen Unterlage verbinden. Zwischen Muskel und Schleimhaut breitet sich die Drüsenschicht aus. Hier findet man auch in der Unterlippe, oralwärts vom Muskel, nur durch die Drüsen von der Schleimhaut getrennt, den Nervus mentalis, der seiner Lage und Verästlung nach hauptsächlich Schleimhautnerv für die innere Fläche der Unterlippe ist.

Von den Drüsen der Lippen sind zuerst die Schleimdrüsen zu erwähnen, die fast eine zusammenhängende Lage unter der Schleimhaut bilden. Beim makroskopischen Präparieren zeigen sie sich als 2—4 *mm* große Knötchen, die gruppenweise ganz flache Vorwölbungen der Schleimhautoberfläche verursachen. Ihre Zahl nimmt gegen die Mundwinkel zu, wo sie in die weitaus spärlicheren Schleimdrüsen der Wange übergehen. Eine zweite Drüsengattung wird dargestellt durch die von Kölliker 1862 entdeckten »freien Talgdrüsen« der Lippen, die aber nach Liepmann (1900) nur etwa in 50% anzutreffen sind; bei Männern sollen sie häufiger sein als bei Frauen, in der Oberlippe zahlreicher als in der Unterlippe. Ihre Mündungen sind manchmal als punktförmige Öffnungen mit freiem Auge zu erkennen. Sie setzen sich in 30% der Fälle (Krakow 1901; nach Colombini 1902 in 24%, nach Calderone 1901 in 45%) auch auf die Wange fort, und zwar längs der Okklusionslinie der Zähne bis zum dritten Molar; ihre Gegenwart soll mit freiem Auge an der Schleimhaut erkennbar sein. Auf diese Talgdrüsen ist wohl das weiße Sekret zurückzuführen, das sich bei manchen Leuten beim Sprechen in den Mundwinkeln sammelt. Bolk hat neuerdings[1] die Gegenwart dieser Talgdrüsen

[1] L. Bolk, Zur Entwicklungsgeschichte der menschlichen Lippen. Anatomische Hefte Bd. 44, 1911, S. 229.

daraus zu erklären gesucht, daß ihr Gebiet phylogenetisch ursprünglich behaartes äußeres Integument war und erst sekundär unter Verödung der Haare durch Einstülpung an die innere Lippen- respektive Wangenfläche gelangt sei, auf letztere im Zusammenhang mit dem partiellen Verschluß der anfangs viel breiteren Mundspalte. Man müßte sich aber dann fragen, woher denn die Schleimdrüsen in dieses Hautgebiet gekommen sind.

Das Epithel der Pars cutanea der Lippen bietet das gewöhnliche Bild der Epidermis mit spärlichen flachen Papillen; im Rubor erhöht sich das Epithel beträchtlich, die Bindegewebspapillen stehen schon dichter, sind aber immer noch niedrig, erst in der Schleimhautpartie erscheinen sie höher, dafür aber wieder von etwas unregelmäßigerer Anordnung. Eine enorme Zunahme der Zellschichten, eine förmliche Wucherung erfährt das Epithel in der Pars villosa der Lippe des Neugebornen, wo auch die Papillen auffallend schlank und hoch werden.

Ihre Arterien erhalten die Lippen aus der A. maxillaris externa. Diese Arterie gelangt aus dem Submandibulardreieck unmittelbar am vorderen Masseterrand auf das Gesicht, in Begleitung der hinter ihr gelegenen Vena facialis anterior, und läuft, ziemlich geschlängelt, am Mundwinkel und an der Nasenflügelfurche vorbei zum Augenwinkel, bis zur Mundhöhe in oberflächlicher Lagerung, von da an in die Muskulatur eingebettet. Am Mundwinkel gibt sie die beiden Labiales ab, die wenige Millimeter vom freien Lippenrand entfernt unter der Drüsenschicht, zwischen dieser und dem Orbicularis verlaufen. Die von beiden Seiten herkommenden Labialarterien vereinigen sich oben wie unten in der Mittellinie in einer starken Anastomose. Unwesentliche Arterienäste erhalten die Lippen noch aus den Aa. infraorbitalis und mentalis.

Die Venen schließen sich in ihrem Verlauf keineswegs streng den Arterien an. Sie entstehen aus einem die ganze Mundöffnung ringförmig umgebenden anastomotischen Netz, das sich durch alle Schichten der Lippen ausbreitet und an der Oberlippe jederseits durch ein in der Höhe des Nasenflügels gelegenes Stämmchen in die Vena facialis anterior mündet, während sich die Venen der Unterlippe mit mehreren kleinen Stämmen teils in dieselbe Vene, teils in die V. submentalis und V. jugularis ergießen.

Die Lymphgefäße der Lippen sind besonders von Dependorf (1900) zum Gegenstand einer sorgfältigen Untersuchung gemacht worden. Sie zerfallen nach diesem Autor in subkutane und submuköse. An der Oberlippe schließen sich die ableitenden Stämmchen beider Systeme aneinander an und ziehen mit der Vena facialis ant. zur Submandibulargegend, wo sie sich gewöhnlich mit dem mittleren und hinteren von den drei hier befindlichen Lymphknoten in Verbindung setzen. An der Unterlippe schlagen dagegen die oberflächlichen und tiefen Gefäße etwas verschiedene Wege

ein; die oberflächlichen, zwei bis vier an der Zahl, gehen abwärts zu den Lymphoglandulae submentales und zu dem vorderen Submandibularknoten, während die submukösen Gefäße, deren Anzahl zwei bis drei beträgt, im Stromgebiet der Art. maxillaris externa zu der Lymphoglandula submandibularis media, zuweilen auch zur vorderen und hinteren ziehen. Von großer praktischer Wichtigkeit ist, daß sehr häufig ein gekreuzter Verlauf der Lymphgefäße in der Mittellinie festgestellt werden kann, ferner daß zwischen den Lymphgefäßen der Ober- und Unterlippe zahlreiche Anastomosen vorhanden sind.

Die motorischen Nerven der Lippen kommen vom Nerv. facialis, die sensiblen vom zweiten und dritten Trigeminusast (N. infraorbitalis, N. mentalis).

2. Wange.

Unter Wange oder Backe (Bucca) wird im gewöhnlichen Sprachgebrauch die ganze seitliche Partie des Gesichtes vom unteren Augenlid bis zum unteren Rand des Unterkiefers und vom Nasenflügel und Mundwinkel bis zum Ohr verstanden. Für den Anatomen jedoch ist das Gebiet der Backe beschränkter: es umfaßt nur die auf der Innenseite von Schleimhaut überzogene seitliche Wandung der Mundhöhle. Die Wange in diesem Sinne hat den Musc. buccinator zur Grundlage. Dieser entspringt am Oberkiefer an der Basis des Proc. alveolaris, von der Gegend des ersten Mahlzahnes bis zum Proc. pterygoideus, dann von einem kleinen Sehnenbogen, der sich zum Hamulus pteryg. ausspannt, und von letzterem selbst, am Unterkiefer von der Crista buccinatoria bis zur Spitze des Trigonum postmolare, schließlich von der Raphe pterygomandibularis, einem Faserstreifen, zwischen den hinteren Endpunkten der geschilderten oberen und unteren Ansätze ausgespannt ist. Die Fasern des Muskels laufen horizontal gegen die Mittellinie unter ganz leichter spitzwinkliger Überkreuzung. Sie enden vorn hauptsächlich an einem dicht unter der Schleimhaut des Mundwinkels gelegenen senkrechten Sehnenstreifen, dann an der Schleimhaut selbst, eine Anzahl Bündel aus der Mitte des Muskels gelangt am Mundwinkel vorbei in die Randpartien der Ober- und Unterlippe. Innerviert wird der Muskel durch den Nervus facialis; der Nervus buccinatorius, der auf seiner Außenseite ungefähr in der Querlinie der Mundöffnung von der Bukkalspalte her gegen den Mundwinkel verläuft, ist ein rein sensibler Nerv für die Wangen- und Alveolenschleimhaut. Die Tätigkeit des Muskels ist eine mannigfache; er ist ein Auswärtszieher der Lippen und hält die Wange beim Ein- und Ausatmen an die Zahnreihen angepreßt. Neben diesen Funktionen kommt ihm aber, wie es aus den Erfahrungen der Stomatologen in der letzten Zeit mehr und mehr hervorgegangen ist, in Ge-

meinschaft mit der Muskulatur der Lippe eine ganz besondere Bedeutung für die normale Entwicklung des Kiefergerüstes sowie für die Ausbildung und den Bestand der richtigen Stellung der Zähne zu. Wie gering auch scheinbar der Druck sei, den die Weichteile des Gesichtes auf den Ober- und Unterkiefer und auf das Gebiß ausüben, so ist dieser konstante Druck, dessen Kraft in seiner Beständigkeit liegt, doch unentbehrlich für die harmonische Ausgestaltung der unteren Gesichtshälfte, und verschiedene Anomalien der Zahnstellung und des Gaumens werden neuerdings auf den Mangel des gehörigen Weichteildruckes zurückgeführt. Auf der Innenseite der Alveolarbögen hält die Zunge diesem Druck das Gleichgewicht.

Mit der Schleimhaut ist der Muskel ziemlich fest verbunden, nur stellenweise lagern sich kleine Schleimdrüsen zwischen beide; ein Teil der bukkalen Schleimdrüsen liegt zwischen den Bündeln des Muskels oder sogar auf dessen Außenseite. Die in 30% vorhandenen freien Talgdrüsen der Wangenschleimhaut wurden schon oben erwähnt. Gegenüber dem zweiten oberen Mahlzahn findet sich die unscheinbare, punktförmige Mündung der Ohrspeicheldrüse; sie ist nicht leicht zu erkennen, nur selten liegt sie auf einer flachen papillenartigen Erhebung.

Auf der äußeren Fläche wird der Muskel von der zarten Fascia buccopharyngea bedeckt, die sich aber nur im hinteren Abschnitt des Muskels als besondere Fascie darstellen läßt, vorn fließt sie ohne jegliche Grenze mit dem fetthaltigen Bindegewebe der Wange zusammen. In Duplikaturen der Fascie eingeschlossen laufen quer über den Muskel der Ductus Stenonianus, der Nervus buccinatorius und die gleichnamigen Gefäße, oberflächlicher ziehen über ihn weg die schief vom Augenwinkel zum vorderen Masseterrand verlaufende Vena facialis anterior und die aus der Ohrspeicheldrüse hervortretenden Äste des Nervus facialis. Das den Muskel in verschiedener Menge bedeckende Fettgewebe verdichtet sich hinten zu dem Corpus adiposum der Wange oder dem Bichatschen Fettpfropf, der sich als wohlabgegrenzter Klumpen in die Spalte zwischen Buccinator einerseits und Masseter und Temporalis anderseits hineinschiebt und von hier seine Fortsätze noch weiter in die Unterschläfen- und Schläfengrube, das Spatium pterygomandibulare und selbst durch die Fissura orbitalis inferior in die Augenhöhle entsendet.

In das subkutane Fettgewebe eingehüllt laufen abwärts zur Submandibulargegend über die Wange die vom unteren Augenlid, der äußeren Nase, den Lippen und der Wange selbst kommenden Lymphgefäße, teilweise unterbrochen durch ein bis zwei kleine Lymphknötchen (Lymphoglandulae buccales), die auf dem Muskel unweit vom Mundwinkel oder weiter hinten in der Nähe der Stelle, wo der Muskel vom Ohrspeichelgang durchbrochen wird, sitzen und die von besonderer klinischer Bedeutung sind.

Die Arterien der Wange stammen von der Maxillaris externa, transversa faciei, infraorbitalis, mentalis und buccinatoria, die Venen gehören dem System der Vena facialis anterior an. Die Lymphgefäße, deren anatomischen Verhältnissen besonders mit Rücksicht auf den Wangenkrebs eine große praktische Bedeutung zukommt, sind von Stahr, Pólya und Navratil und Most genauer untersucht worden. Wir haben hier ebenfalls, wie in den Lippen, ein Hautnetz und ein Schleimhautnetz zu unterscheiden. Die ableitenden Gefäße des Hautnetzes begeben sich zum mittleren und hinteren submandibularen Lymphknoten, ferner zu dem am unteren Parotispol situierten oberflächlichen Halsknoten, gelegentlich auch zu einem Submentalknoten; aus dem Schleimhautnetz bilden sich die Abzugskanäle — sechs bis zwölf an der Zahl — in der Nähe der oberen und unteren Umschlagsfalte aus und gehen, tief im Fettgewebe, mit der Art. maxillaris externa zu den Submandibularknoten und oberflächlichen Zervikalknoten. Wichtig ist der von Pólya geführte Nachweis, daß einzelne Lymphgefäße der Wange über die Mittellinie weg in Lymphdrüsen der anderen Seite einmünden.

3. Vorhof der Mundhöhle.

Entfernt man die Lippen bei geschlossenen Zähnen voneinander, so gelangt der Vorhof der Mundhöhle (Vestibulum oris) zur Eröffnung. Es ist dies ein hufeisenförmiger Spalt zwischen Lippen und Wangen einerseits, Zahnfleisch und Zähnen anderseits, oben und unten begrenzt durch die Umschlagsfalte der Schleimhaut, Sulcus vestibularis, auch Fornix vestibuli, Sulcus gingivo-labialis beziehungsweise -buccalis genannt. Mit der eigentlichen Mundhöhle kommuniziert das Vestibulum bei geschlossenen Zahnreihen durch die kleinen dreieckigen Lücken zwischen den Zervikalteilen der Zahnkronen, deren Basis durch die Interdentalpapillen gebildet wird. Am breitesten sind diese Lücken zwischen den Mahlzähnen. Bei Zahndefekten sind natürlich ausgiebigere Verbindungspforten vorhanden. Eine etwas weitere, auch bei geschlossenen Zahnreihen offen bleibende Verbindung zwischen beiden Teilen der Mundhöhle besteht im Unterkiefer hinter dem letzten Mahlzahn, im Oberkiefer hinter dem Tuber retromolare, zwischen diesen und dem vorderen Rand des aufsteigenden Kieferastes und weiter oben des sich an letzterem ansetzenden Schläfenmuskels das Spatium coronoideo-molare. Es ist dies gewöhnlich eine nur einige Millimeter breite senkrechte Spalte, durch die nicht einmal eine Schlundsonde hindurchgeführt werden kann.

Die Höhe des Vestibulum im Ober- und Unterkiefer übertrifft nur ganz wenig die Ausdehnung der mit dem Alveolarteil des Knochens fest verwachsenen Gingivalschleimhaut. Das Zahnfleischgebiet hört mit einem scharfen Rand, durchschnittlich 6 *mm* von den Schmelzrändern der Zahn-

kronen, 10 *mm* von der Interdentalpapille entfernt, auf, darauf folgt das Gebiet des Fornix, in dessen Bereich die Schleimhaut nur ganz lose mit dem Knochen verbunden ist, um sich dann zur Lippe beziehungsweise zur Wange umzubiegen. Hier läßt sich die Schleimhaut leicht mit dem Finger gegen den Knochen zurückdrängen, wodurch die Grenzen des Vestibulum gewissermaßen künstlich erweitert und etwa bis zur Höhe der Spitzen der Zahnwurzeln ausgedehnt werden können. Die Juga alveolaria lassen sich auf diese Weise fast ihrer ganzen Höhe nach abtasten. Der Fornix, besonders der obere, ist die Stelle für verschiedene operative Eingriffe, so z. B. für die Anästhesierung des Nerv. infraorbitalis und mentalis, für Wurzelresektionen, für die Eröffnung der Kieferhöhle von der Gesichts fläche her. Der hinterste Teil des Vestibulum wird im Oberkiefer mit der Zunge gewöhnlich nicht mehr erreicht, daher sich viele Menschen zur Entfernung der dort und im Spatium coronoideo-molare beim Essen sitzengebliebenen Speisenteile ihres Zeigefingers bedienen. In das Vestibulum ergießt sich auch der an den Wangen herabrinnende Parotisspeichel, der dann durch den Wangendruck durch die Interdentalspalten und das erwähnte Spatium hinter den letzten Mahlzähnen gegen die Rachenenge gepreßt wird. Hasse[1] nennt daher den hinteren Teil des Vorraumes Cavum salivale parotideum.

Die hintere Grenze des Vestibulum entspricht dem vorderen Rand des Unterkieferastes und weiter oben dem vorderen Rand des Schläfenmuskels, der sich am Proc. coronoideus und an diesem Rand ansetzt. Die Schleimhaut geht glatt von der weichen Backe auf diesen Rand über; natürlich findet sich der Musc. buccinator samt seiner Fascie und samt dem Bichatschen Fettlager dazwischen. Zieht sich der Musc. masseter zusammen, so gewinnt er ebenfalls Beziehungen zur Wange, indem er im kontrahierten Zustand mit seinem vordersten Teil die vordere Grenze des Unterkieferastes überschreitet und mit dem Finger von der Mundhöhle her als harter Strang fühlbar wird. Einwärts von dem Knochenrand sinkt der tastende Finger in eine längliche, senkrechte, nischenartige Vertiefung des Unterkiefers, die medianwärts durch einen kräftigen Knochenwulst begrenzt ist. Die Nische ist der Recessus mandibulae, der Knochenwulst der Torus mandibulae; beide wurden auf S. 38 ausführlich beschrieben. Tasten wir uns weiter einwärts, so gelangen wir schon eigentlich in das Gebiet des Cavum oris proprium, da sich unser Finger bereits oralwärts von den Zähnen befindet. Hier folgt einwärts vom erwähnten Knochenwulst eine breite, senkrechte, sich nach oben dreieckig verbreiternde Schleimhautfalte,

[1] C. Hasse, Die Speichelwege und die ersten Wege der Ernährung und der Atmung bei dem Säugling und im späteren Alter. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung. 1905, S. 321.

die Plica pterygomandibularis. Sie schließt in ihrer vorspringendsten Kante die gleichnamige Raphe in sich, mehr nach der Tiefe zu das Bichatsche Fettlager und den vorderen Teil des Musc. pterygoideus internus. Die Plica pterygomandibularis geht nach hinten ohne scharfe Grenze oder höchstens mit einer leichten Furche in den Arcus palatoglossus über. Wir werden noch Anlaß haben, in einem anderen Zusammenhang (Nerventopographie) auf diese Region zurückzukommen.

4. Eigentliche Mundhöhle.

Das Cavum oris proprium ist ein lufthaltiger, spaltförmiger Raum, der vorn mit dem Vestibulum oris und durch die Mundspalte mit der Außenwelt, hinten durch die Rachenenge, Isthmus faucium, mit dem mittleren Abschnitt des Rachens in Verbindung steht. Es wird vielfach angegeben (Merkel, Zuckerkandl u. a.), daß die Mundhöhle bei geschlossenem Mund keinen eigentlichen Hohlraum besitze, vielmehr von der Zunge, die sich oben dem Gaumen, seitlich den Zähnen anlegt, vollkommen ausgefüllt werde. Dieser Ausspruch sollte nicht verallgemeinert werden. Es wird wohl in dieser Hinsicht beträchtliche individuelle Unterschiede geben, die einerseits durch die verschiedene Tiefe der Gaumenwölbung, anderseits durch die verschiedene Höhe der Zunge und den verschiedenen Stand des Musc. mylohyoideus, das heißt des Mundbodens, bedingt sind. Bei mir z. B. berührt bei geschlossenem Mund der Zungenrücken den harten Gaumen keineswegs, es bleibt vielmehr seiner ganzen Breite nach ein freier Raum dazwischen, den ich mindestens auf 1 *cm* schätze; nur die Zungenspitze liegt den oberen Schneidezähnen und dem oberen Alveolarfortsatz an. Ich kann den Zungenrücken auch absichtlich nicht bis zum Gaumengewölbe erheben, nur beim Schlucken fühle ich, wie der hintere Teil des Zungenkörpers gehoben und der größte Teil seiner oberen Fläche für einen Augenblick an den Gaumen angedrückt wird. Auch Hasse (a. a. O.) wird bestenfalls nur einem Teil der Fälle gerecht, wenn er nur zwischen der mittleren Längsfurche des Zungenrückens und dem Gaumen einen auch bei geschlossenem Munde freien Raum (Cavum suctorium oder salivale medium, Auerbachs Saugraum) annimmt und die seitlichen Teile des Zungenkörpers dem Gaumen sich anlegen läßt.

Den Boden der Mundhöhle bildet hauptsächlich der bei gerader Kopfhaltung annähernd horizontal gestellte Musc. mylohyoideus. Dieser Muskel entspringt breit an der inneren Fläche des Unterkiefers entlang der Linea mylohyoidea und setzt sich beträchtlich schmäler an einer mittleren sagittalen Raphe unter dem Kinn und am Zungenbeinkörper an; er bildet eine breite, nach oben offene sagittale Rinne, aus der sich die Zunge wie aus

einer Mulde erhebt. Auf der oberen, der Mundhöhle zugekehrten Fläche des Musc. mylohyoideus läuft der Whartonsche Gang mit dem Nerv. lingualis und dem Ende des N. hypoglossus sowie einem Fortsatz der Submandibulardrüse, hauptsächlich aber lagert auf ihr die Sublingualdrüse. Verstärkt wird der Mundboden vorn durch den über dem Musc. mylohyoideus gelegenen Musc. geniohyoideus und den unter ihm gelegenen vorderen Biventerbauch. Der Musc. mylohyoideus endigt hinten etwas hinter dem Weisheitszahn mit einem freien Rand, dahinter folgt, zwischen diesem Rand und dem Musc. mylopharyngeus, medianwärts begrenzt durch den Musc. styloglossus und hyoglossus, eine schwache, muskellose Stelle des Mundbodens, wo dicht unter der Schleimhaut der hintere Teil der Submandibulardrüse und auf einer kurzen Strecke der Nervus lingualis anzutreffen ist.

Die Seitenwandung der Mundhöhle im engeren Sinne wird durch die Alveolarfortsätze und die Zähne, ganz hinten noch durch die seitlichen Abhänge des weichen Gaumens, ihr Dach durch den harten und weichen Gaumen gebildet.

5. Zunge.

Die Zunge erhebt sich vom Mundboden als kräftiger, fleischiger, von Schleimhaut bekleideter Wulst. Die halbkreisförmige Furche, die die Zunge vom Unterkiefer trennt, ist von Luschka als Sulcus gingivo-lingualis bezeichnet worden; vorn erweitert sie sich bei erhobener Zungenspitze zur Regio sublingualis. Die Zunge ist der beweglichste und geschmeidigste Teil unseres Körpers, da sie nicht nur im ganzen, sondern auch in allen ihren Teilen aufs mannigfachste und feinste bewegt werden kann. Man vergegenwärtige sich die Geschicklichkeit und Präzision, mit der mit der Zungenspitze selbst die kleinsten Speisereste aus den Furchen zwischen den Zähnen hervorgeholt werden können, oder die fein abgestuften Bewegungen der Zunge beim Sprechen. Auch als Tastorgan schreitet die Zunge an der Spitze sämtlicher sensiblen Bezirke der inneren und äußeren Körperoberfläche; es genüge darauf hinzuweisen, daß auch die feinsten Härchen im Mund mit der Zunge aufgesucht, erfaßt und nach außen befördert werden können. Die feine Beweglichkeit der Zunge findet ihre anatomische Erklärung in der nach den drei Richtungen des Raumes erfolgenden regelmäßigen Durchkreuzung der Muskelfasern innerhalb ihrer Substanz, wie sie uns sonst nirgends im Bereich der quergestreiften Muskulatur entgegentritt, ihr hochentwickeltes Tastvermögen im Reichtum ihrer Schleimhaut an sensiblen Nervenendigungen. Diesen hervorragenden Eigenschaften der Zunge wird die Krone aufgesetzt durch ihre Rolle als Geschmacksorgan.

Man kann an der konvexen Fläche der Zunge einen vorderen horizontalen und einen hinteren senkrechten Teil unterscheiden; ohne besondere

Behelfe ist im aufgesperrten Mund nur der erstere Teil zu sehen. Man muß die Zunge stark herausziehen oder noch besser ihren konvexen Rücken mit einem flachen Gegenstand stark niederdrücken, um ihre Wurzel dem Auge zugänglich zu machen. Bei der Beschreibung des Oberflächenbildes der Zunge gehen wir von ihrem hintersten Teil aus. Da sehen wir zunächst an der Grenze zwischen Kehldeckel und Zungenwurzel eine Vertiefung, die Vallecula, die in der Mitte durch eine sagittal gestellte Schleimhautfalte, die Plica glossoepiglottica, in eine rechte und linke Hälfte geteilt wird; seitlich findet jede Hälfte ebenfalls durch eine Schleimhautfalte, die Plica pharyngoepiglottica, ihre Begrenzung. Nun folgt der Balgdrüsenteil der Zunge, Pars follicularis linguae, auch Zungenmandel, Tonsilla lingualis, genannt. Die Schleimhaut ist in ihrem Bereich zart, rötlich, papillenlos, aber mit unregelmäßig verteilten niedrigen, linsenförmigen Vorsprüngen bedeckt, die in ihrer Mitte oft eine kleine, in die etwas erweiterte Balghöhle führende Öffnung erkennen lassen. Sie werden hervorgerufen durch Ansammlungen lymphatischen Gewebes innerhalb der Schleimhaut, das teils diffus verbreitet, teils zu rundlichen Haufen, den Follikeln, verdichtet ist und das diesem Teil der Zunge ihr charakteristisches Gepräge verleiht.

Die Grenze des Follikularteiles gegen den papillenbesetzten Teil der Zunge oder den eigentlichen Zungenkörper ist scharf markiert durch den V-förmigen Sulcus terminalis, der zugleich eine entwicklungsgeschichtliche Grenzmarke, nämlich die Scheidelinie zwischen dem aus der vorderen und dem aus der hinteren Anlage hervorgegangenen Zungenteil, bildet. Das Foramen coecum an der Spitze des V ist eine spezifisch menschliche Bildung, ist nicht beständig, manchmal aber recht tief. Es kann auch ausnahmsweise eine schlauchförmig verästelte Beschaffenheit annehmen; man spricht dann von Bochdalekschen (1867) Schläuchen. Die Beziehungen dieser Stelle zur embryonalen Anlage der Schilddrüse wurden schon in der entwicklungsgeschichtlichen Einleitung erwähnt.

Der vor dem Sulcus terminalis gelegene Teil der Zunge erscheint auf seiner ganzen oberen und seitlichen Fläche dicht mit Papillen besetzt. Es sind das Vorsprünge der bindegewebigen Tunica propria der Schleimhaut, auf der Oberfläche mit Epithel überzogen. Sie dienen nicht alle dem gleichen Zweck. Die in größter Zahl vertretenen, den eigentlichen Papillenbesatz des Zungenrückens bildenden fadenförmigen Papillen (Papillae filiformes) haben mit der Geschmacksempfindung fraglos nichts zu tun und werden mit Unrecht unter den »Geschmackswärzchen« angeführt. Dazu ist die Verhornung ihrer oberflächlichen Epithelschichten viel zu stark. Da aber das ganze Gebiet dieser Papillen mit Geschmacksempfindung ausgestattet ist, so können als Einwirkungsstellen der Geschmacksreize nur die Zwischen-

räume zwischen diesen Papillen in Betracht kommen. Sie dienen vielmehr einerseits zum Schutz der Zunge gegen mechanische Einwirkungen beim Kauen, anderseits aber verleihen sie der Zunge eine etwas rauhe Oberfläche, was ihr beim Ergreifen und Festhalten der Nahrung sowie bei der Bildung und Beförderung des Bissens nach dem Schlunde zustatten kommt. Bei den Katzenarten und beim Stachelschwein sind sie zu förmlichen Hornstacheln umgewandelt. Die Schutzwirkung dieser Papillen läßt sich negativ feststellen in Fällen, wo der Papillenbesatz der Zunge ausnehmend schwach entwickelt oder aus pathologischen Gründen sekundär geschwunden ist. In solchen Fällen ist die Zunge überempfindlich und reagiert stark auch auf solche Reize, z. B. durch Prothesen, die die normale Zunge leicht und reaktionslos verträgt[1].

Die zweite Papillengattung wird von den pilzförmigen Wärzchen (Papillae fungiformes) gebildet. Sie finden sich in viel geringerer Zahl über den ganzen Zungenrücken zerstreut zwischen den fadenförmigen Papillen, besonders aber an der Spitze und an den Rändern der Zunge, und sind gewöhnlich dank ihrem größeren Durchmesser und ihrer rosigeren Färbung unschwer zu erkennen.

Für die Geschmacksempfindung besonders wichtig sind die umwallten Papillen (Papillae circumvallatae), von denen nur eine geringe Zahl vorhanden ist — zumeist sind es nach Münch (1896) neun — und die in typischer V-förmiger Anordnung unmittelbar vor dem Sulcus terminalis angebracht sind. Im Epithel ihrer Seitenwandung, ebenso in dem der gegenüberliegenden Seite des Wallgrabens sitzen in größerer Zahl die als Geschmacksknospen (Gemmae gustatoriae) bekannten Nervenendorgane. Schließlich müssen die an den beiden Seiten der Zungenwurzel befindlichen Papillae foliatae Erwähnung finden, die beim Menschen eigentlich rudimentäre, nicht scharf begrenzte Bildungen darstellen; ihre Bezeichnung als »blattförmige Papillen« ist überhaupt nur für den verständlich, der ihr Verhalten beim Kaninchen kennt. Sie bestehen aus einer Anzahl unregelmäßiger senkrechter Leisten; mikroskopisch zeichnen sie sich durch zahlreiche Geschmacksknospen aus.

Der mit Papillen besetzte Teil der Zungenschleimhaut erstreckt sich etwas über den lateralen Zungenrand herum auch auf die untere Zungenfläche, hört aber bald mit einer gewulsteten, scharfen Linie auf. Eine untere freie Fläche besitzt aber nur die Zungenspitze, da der größte Teil der Zunge an der Basis mit dem Mundhöhlenboden verwachsen ist. An der unteren Fläche läßt die Schleimhaut eine ganz andere Beschaffenheit als am Zungenrücken erkennen. Sie ist ganz glatt, zart, rötlich, mit der Unter-

[1] C. Partsch, Zunge und Gebiß. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 27, 1909, S. 321.

lage weniger fest verbunden und läßt infolge ihrer Dünne zu beiden Seiten der Mittellinie symmetrisch die Venen durchschimmern. In der Mitte dieser Fläche senkt sich die Zungensubstanz zu einer Furche ein, an die sich in der Nähe der Zungenbasis das Frenulum linguae ansetzt. Zu beiden Seiten der Furche verursacht der Musc. longitudinalis inferior je eine wulstige Erhebung. Auf diesem Wulst erkennen wir jederseits die nach der Zungenspitze hinlaufende Plica fimbriata, so benannt, weil sie an ihrem lateralen Rand leicht gefranst erscheint. Beim Neugebornen und Kind gut entwickelt, wird sie später unscheinbar oder ganz unsichtbar. An ihr mündet mit einigen ganz feinen, nur mit dem Vergrößerungsglas sichtbaren Öffnungen die Nuhnsche Drüse der Zungenspitze. Gegenbaur hält die Plica fimbriata für den Rest der bei den Lemuren wohlausgebildeten »Unterzunge«.

Die Muskulatur der Zunge zerfällt in äußere und innere Zungenmuskeln. Erstere entspringen an Stellen, die außerhalb der Zunge gelegen sind, und zwar alle an Knochenteilen; sie finden nur ihre Endigung in der Zunge. Der kräftigste ist der Musc. genioglossus, ein fächerförmiger, jederseits eine sagittale Platte bildender Muskel, der an der Spina mentalis entspringend mit divergierenden Bündeln in die Zunge von ihrer Spitze bis zu ihrem hinteren Ende einstrahlt. Die Muskeln beider Seiten liegen dicht nebeneinander, nur durch wenig Bindegewebe getrennt, das sich in einem bestimmten Bezirk zum Septum linguae verdichtet. Es ist dies eine sichelförmige, aus festem Bindegewebe bestehende Platte, median im Innern der Zunge gelegen, die aber nirgends die Oberfläche erreicht; die Krümmung der Sichel ist der Wölbung des Zungenrückens zugekehrt. Der M. hyoglossus stellt eine fast viereckige blasse, dünne Muskelplatte dar, die vom oberen Rand des Zungenbeins, und zwar sowohl vom Körper wie von den beiden Hörnern entspringend, senkrecht zur Seite der Zunge in ihrem hinteren Gebiet emporsteigt. Der Muskel spielt in der Topographie des Submandibulardreiecks eine Rolle; hier faßt er mit dem M. mylohyoideus den die Gefäße und Nerven, ferner den Whartonschen Gang zur Zunge hinleitenden Sulcus lateralis linguae zwischen sich. Zwischen ihm und dem M. genioglossus findet man das Lig. stylohyoideum und die Art. lingualis mit ihren Venen. — Der Musc. styloglossus endlich entspringt, wie auch sein Name andeutet, am Griffelfortsatz und erreicht nach bogenförmigem Verlauf die Zunge unter der Basis des hinteren Gaumenbogens. Er setzt sich hauptsächlich in den Musc. longitud. superior der Zunge fort.

Von den Binnenmuskeln der Zunge werden nur zwei: der longitudinale und der quere, allgemein als selbständige Muskeln anerkannt. Der Musc. longitudinalis bildet die ziemlich breite Rindenschicht der Zunge. Im Bereich der Zungenspitze, wo die Zunge eine freie untere Fläche hat,

ist der Ring des Muskels, auf dem Querschnitt gesehen, vollkommen geschlossen, während weiter hinten der von unten in die Zungensubstanz eindringende Musc. genioglossus die Kontinuität des Muskels unterbricht. Unmittelbar neben der Stelle der Unterbrechung hat der Muskel seinen dicksten Abschnitt. Die Unterscheidung eines M. longit. superior und inferior ist als künstlich zu bezeichnen; eine Grenze läßt sich zwischen den beiden nicht ziehen. Der Muskel läuft von der Zungenspitze bis zum Zungenbein und bis zur Epiglottis. An der Bildung seines oberen Abschnittes hat der Musc. styloglossus den Hauptanteil.

Der Musc. transversus linguae wird nur mit seinen mittleren Fasern seinem Namen gerecht. Nur diese laufen vom Septum linguae, der Ursprungsstelle des Muskels, quer zur Schleimhaut der Seitenteile der Zunge, die weiter oben am Septum entspringenden wenden sich schief, teilweise mit bogenförmiger Krümmung nach oben, die weiter unten entspringenden gehen schräg nach unten. Die Endteile der Muskelfasern durchsetzen den Längsmuskel und enden mit feinen Sehnen unweit unter dem Epithel. In der Zungenspitze, wo das Septum nicht mehr vorhanden ist, erstrecken sich die Bündel ununterbrochen von einem Seitenrand zum anderen. Hinten, wo sich der vordere Gaumenbogen an die Zunge anheftet, steigen die Bündel des Muskels in diesem auf und bilden den Musc. glossopalatinus. — Der Musc. verticalis linguae endlich wird hauptsächlich als Fortsetzung des Musc. hyoglossus aufgefaßt, doch nehmen einzelne Autoren die Existenz eines selbständigen vertikalen Fasersystems an.

Sämtliche Zungenmuskeln, die äußeren wie die inneren, werden vom N. hypoglossus innerviert. Zwischen den sich kreuzenden Muskelfasern findet man im mikroskopischen Bild stets auch Fettgewebe. Sensible Nerven hat die Zunge zwei: den Nervus lingualis trigemini und den Nervus glossopharyngeus.

Die Zunge ist auch mit Drüsen ausgestattet. Eine besondere Gruppe von Schleimdrüsen findet sich im Bereich der Zungenspitze: die Blandin-Nuhnsche Drüse, Glandula lingualis anterior. An einem Querschnitt der Zungenspitze sieht man die Nuhnsche Drüse als 3 bis 4 *mm* breiten gelblichen Körper zu beiden Seiten der Mittellinie, der unteren Fläche der Zunge genähert, eingeschlossen in die Muskulatur. Ihre Ausführungsgänge — es sind deren mehrere vorhanden — münden an der unteren Zungenfläche neben dem obersten Teil des Frenulum. Die Glandulae linguales laterales breiten sich in der Gegend der Papillae foliatae aus, die Glandulae lingu. posteriores nehmen in großer Zahl das Gebiet des Zungengrundes und der umwallten Papillen ein. Unter den letztgenannten sind aber zwei Gattungen zu unterscheiden: gewöhnliche Schleimdrüsen und seröse Drüsen. Letztere, die auch Ebnersche Drüsen genannt werden, ergießen ihr Sekret

in die Wallgräben der Papillae vallatae und die Furchen der Papillae foliatae; im mikroskopischen Bild unterscheiden sie sich sehr auffallend von den Schleimdrüsen derselben Gegend. Welche Rolle ihnen im Mechanismus der Geschmacksempfindung zukommt — denn etwas mögen sie wohl damit zu tun haben —, entzieht sich einstweilen unserer Beurteilung.

Die Arteria lingualis ist ein Ast der Carotis externa, von der sie am Hals in der Höhe des Zungenbeins entspringt. Sie tritt unter den M. hyoglossus und läuft von diesem bedeckt an der Seite des M. genioglossus gegen die Zungenspitze an der unteren Fläche der Zunge empor. Schon in der Nähe ihres Ursprungs gibt sie die Art. dorsalis linguae für die Gegend der Vallecula und die Pars follicularis linguae und die A. sublingualis für die Unterzungendrüse, die Sublingualgegend und teilweise auch für den Unterkieferknochen ab. Die früher allgemein behauptete breite Anastomose zwischen der rechten und linken Art. lingualis vor dem Frenulum, der sogenannte Arcus raninus, hat sich als Täuschung erwiesen; es sind nur ganz unbedeutende Verbindungen der präkapillaren Äste beider Seiten vorhanden. Bei Operationen an der einen Seite der Zunge genügt daher die Unterbindung der Arterie der betreffenden Seite. — Die Venen folgen den Arterien nicht genau. Sie entstehen aus Geflechten unter der Oberfläche, die man an der Unterseite der Zunge durch die Schleimhaut hindurchschimmern sieht. Ihre Einmündung erfolgt in die Vena facialis communis.

Die Lymphgefäße der Zunge sind mit Rücksicht auf ihre große Wichtigkeit vom chirurgischen Standpunkt von verschiedenen Seiten (Küttner, Poirier, Cunéo, Bartels, Most u. a.) sehr eingehend untersucht worden. Schon vorher hatte Sappey zwei Lymphgefäßnetze in der Zunge nachgewiesen: ein sehr dichtes submuköses und ein etwas lockereres intramuskulares. Das Lymphgefäßnetz hinter dem Sulcus terminalis hängt mit dem der vorderen Zungenabteilung nicht unmittelbar zusammen und hat auch besondere Ableitungswege, die, zu einigen wenigen Stämmen vereinigt, zu den tiefen Zervikalknoten ziehen. Die Abflußbahnen aus dem Zungenkörper lassen sich als seitliche und vordere unterscheiden. Die seitlichen durchbohren den Musc. mylohyoideus und ergießen sich hauptsächlich in die vordere von den drei submandibularen Lymphknoten, manchmal auch in den mittleren oder in einen in der Nähe liegenden tiefen Zervikalknoten. Küttner und Bartels sahen je in einem Falle ein Gefäß unmittelbar zu den Supraclavicularknoten ziehen. An der Seite der Zunge, auf dem M. hyoglossus, finden sich manchmal ein bis zwei kleine Lymphknoten (Lymphoglandulae linguales), eingeschaltet in den Verlauf der von der Seite der Zunge abwärts ziehenden Abflußwege. Die vorderen Abflußbahnen laufen teils oberflächlich im Frenulum linguae, teils etwas tiefer

und gelangen nach Durchbohrung des Musc. mylohyoideus zu den submentalen und tiefen Halsknoten. Ein für die Prognose nach einer Radikaloperation des Zungenkrebses sehr ungünstiger Umstand ist, daß die Lymphgefäße der beiden Hälften der Zunge unmittelbar miteinander zusammenhängen.

6. Regio sublingualis.

Die Sublingualgegend stellt sich bei emporgehobener Zungenspitze als breite quere Mulde dar, halbiert durch das sagittale Zungenbändchen (Frenulum linguae), das sich als schmale Schleimhautduplikatur vom Unterkiefer zur unteren Zungenfläche ausspannt. Die Mulde ist breit in der Mitte und verschmälert sich seitlich ziemlich stark; gegen die Zunge ist sie durch eine deutliche Furche abgesetzt. Am Boden der Mulde findet sich jederseits neben dem Frenulum eine warzenartige, rötliche, weiche Erhebung, die Caruncula sublingualis, die Mündungsstelle des Ductus Whartonianus (submandibularis); auch der stärkste Ausführungsgang der Sublingualdrüse mündet an ihr. Dadurch wird die Sublingualmulde zur Sammelstelle des Speichels im Munde, zum Pelvis salivalis (Cavum salivale sublinguale, Hasse). Von der Caruncula aus zieht sich beiderseits auf dem Boden der Sublingualfurche ein manchmal als scharfe Leiste ausgebildeter, in anderen Fällen mehr abgerundeter Wulst, die Plica sublingualis, die die Unterzungendrüse in sich schließt. Auf dem Kamm der Leiste münden, in einer Längsreihe stehend, die kleineren Ausführungsgänge der Sublingualdrüse, die Ductus sublinguales minores, sieben bis neun an der Zahl, aus jedem Läppchen der Drüse einer. Man braucht nur die dünne Schleimhaut abzulösen, um sofort der Sublingualdrüse ansichtig zu werden. Unter der Drüse, zwischen ihr und der oberen Fläche des Musc. mylohyoideus, laufen zwei Nerven: der N. hypoglossus und der N. lingualis zur Zunge, hier zieht auch der Whartonsche Gang zur Caruncula sublingualis, die er am medialen Ende der Sublingualdrüse erreicht, um an ihr zusammen mit dem Bartholinschen Gang zu münden. Vom N. lingualis ist noch zu erwähnen, daß er vor Erreichung der Unterzungendrüse auf einer etwa 2 *cm* langen Strecke ganz oberflächlich unter der Schleimhaut des Sulcus alveololingualis verläuft, ja bei mageren Individuen sogar durch die Schleimhaut hindurchschimmern kann. Die Stelle liegt im Bereich des Weisheitszahnes und etwas dahinter, längs der Linie, wo sich das Zahnfleisch in die Schleimhaut der Gingivolingualfurche umbiegt. Ein leichter Schnitt in die Schleimhaut legt hier den Nerven frei.

7. Harter Gaumen.

Der Gaumen zerfällt in den harten und weichen Gaumen, Palatum durum und molle. Der harte Gaumen bildet zugleich den Boden der

Nasenhöhle, während der weiche Gaumen oder das Gaumensegel schon dem Gebiet hinter den Choanen angehört und wegen seiner schiefen Stellung ebensogut dem Dach wie der hinteren Wandung der Mundhöhle zugeteilt werden kann. Die Grenze zwischen den beiden Teilen des Gaumens ist mit dem Auge nicht zu erkennen und auch mit dem Finger nur undeutlich herauszutasten, da sich an den dünnen hinteren Knochenrand die feste Aponeurosis palatina anschließt.

Der harte Gaumen wird durch eine blaß-rötliche Schleimhaut bekleidet, die sehr straff mit dem Knochen verwachsen ist und sich auch präparatorisch von ihm wegen seiner rauhen Oberfläche schwer sauber abtrennen läßt. Ein Schleimhaut- und Periostteil läßt sich nicht unterscheiden, es liegt eine einheitliche Deckschicht des Knochens, ein Involucrum palati, vor. In der Mitte bezeichnet ein oft etwas heller gefärbter sagittaler, leistenförmiger Vorsprung, die Raphe palati, die Vereinigungsstelle der embryonalen Gaumenwülste. Es muß in der Raphe ein besonderes Verhalten der Nerven angenommen werden, da bei vielen Menschen die Berührung der Raphe mit der Zunge ein unerträgliches Gefühl des Juckens hervorruft.

Es sind am harten Gaumen noch folgende Einzelheiten zu beschreiben:

a) Gaumenpapille, Papilla incisiva seu palatina, eine kleine rundliche oder mehr längliche Erhebung dicht hinter der Spalte zwischen den medialen Schneidezähnen; sie beherbergt manchmal in ihrem Innern einen bindegewebsknorpeligen Kern. An ihren seitlichen Abhängen befindet sich nicht selten je eine nadelstichähnliche, in ein Blindsäckchen führende Öffnung. Es handelt sich um den Rest des in seinem größten Teil verschwundenen Canalis incisivus. Die Papille wurde 1699 von Stenson zuerst beschrieben.

b) Rugae palatinae transversae, quere Gaumenleisten, staffelförmige Schleimhautfalten, von der Papille und dem dahinter gelegenen Teil der Raphe ausgehend, zwei bis sechs an der Zahl, beim Neugebornen stark entwickelt und von regelmäßiger, geradliniger, paralleler Anordnung, am hinteren Rand gefranst. Sie werden später undeutlicher und unregelmäßiger und bilden sich nicht nur »im höheren Alter«, sondern oft schon in den mittleren Jahren samt der Papille spurlos zurück. Nähere Einzelheiten über sie finden sich bei Retzius (1906) und Jaenicke (1908). Bei einzelnen Säugetieren sind sie mächtig entwickelt und bilden eine kontinuierliche staffelförmige Reihe bis zum weichen Gaumen. Beim Menschen sind sie offenbar rudimentäre Bildungen, denen aber vielleicht doch im Säuglingsalter beim Saugen eine gewisse mechanische Rolle zukommt.

c) Im hinteren Abschnitt des harten Gaumens, manchmal aber über ihre ganze Fläche verstreut erkennt man mit freiem Auge die nadelstich-

ähnlichen Mündungen der zahlreichen in die Schleimhaut eingebetteten Schleimdrüsen des Gaumens. Von diesen Öffnungen sind zu unterscheiden die Foveolae palatinae (Fig. 30). Es sind das kleine blinde Grübchen, je eines neben der Mittellinie, schon am Übergang zum weichen Gaumen. Sie sind schon 1756 von Albinus gesehen, aber erst 1879 von Sappey und 1902 von Stieda wieder der Vergessenheit entrissen worden. Eine Gruppe von Drüsen mündet in sie (Mannu 1909). Nach Fischer (1902) trifft man sie beim Kinde in 50%, beim Erwachsenen in 70% an.

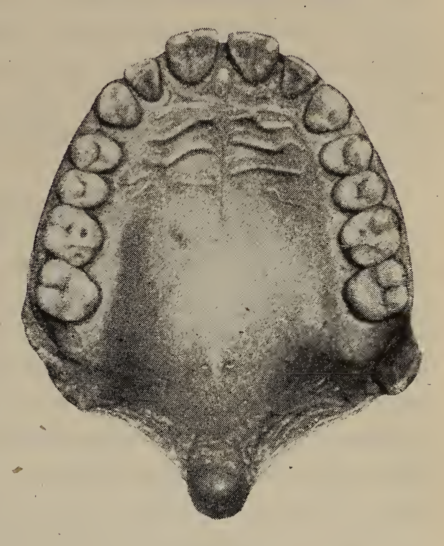


Fig. 30.
Gaumen eines 21jährigen männlichen Individuums Zwischen den medialen Schneidezähnen sieht man die längliche Gaumenpapille, dahinter in der Mittellinie die Raphe palati, zu beiden Seiten derselben die schon unregelmäßig verlaufenden Rugae palatinae transversae, an der Grenze des harten und weichen Gaumens die kleinen punktförmigen Foveolae palatinae.

d) In der Mittellinie des harten Gaumens erhebt sich der Knochen oft zu einem mächtigen sagittalen, abgerundeten Wulst, dem 1879 von Kuppfer beschriebenen Torus palatinus sagittalis (Fig. 31). Es ist über diesen Vorsprung sehr viel geschrieben worden; einzelne Autoren haben ihn für eine Folge der Syphilis erklärt, andere (Näcke 1893) ein Degenerationszeichen der modernen Menschheit in ihm erblickt. Weder das eine noch das andere trifft zu, und auch als Rassenzeichen kommt der Torus nicht in Betracht, es handelt sich vielmehr um eine bei allen Völkern sporadisch vorkommende individuelle Variante. Die Angaben über die Häufigkeit des Torus sind sehr schwankend, so wird z. B. für die Eskimos von der einen Seite 80%, von der anderen 18·6% als Frequenzzahl des Torus angegeben. Für Mitteleuropa dürfte sich die Häufigkeitszahl um 30% bewegen, wobei aber die schwächeren Formen auch mitgezählt sind. Nach Stieda kann man eine breite



Fig. 31.
Gaumen mit starkem Torus palatinus und kräftigen Rugae palatinae transversae.
Nach einem Gipsabguß der Stomatologischen Klinik der Universität Budapest.

flache und eine schmale hochgewölbte spindelige Form unterscheiden. Beide Formen laufen am Gaumenbein meist in einen Kiel aus. Die Seitenränder des Torus sind manchmal so scharf begrenzt, daß die Seitenteile des Gaumens daneben wie Gruben erscheinen. Geschlechtsunterschiede scheinen nicht zu bestehen. Beim Kinde pflegt der Torus noch nicht entwickelt zu sein. Die anthropoiden Affen ermangeln eines Torus. Für den Zahnarzt ist der Torus insofern von praktischer Wichtigkeit, als er oft das Anbringen einer Prothese erschwert.

8. Weicher Gaumen.

Der weiche Gaumen (Palatum molle) ist eine von einer Schleimhautduplikatur eingefaßte, 7—11 *mm* dicke fleischige Platte, die sich unmittelbar an den harten Gaumen anschließt; seitlich und nach hinten geht sie in die Zungenwurzel und die Rachenwand über. Die Platte ist schief nach unten und hinten gerichtet, sie wendet ihre obere Fläche dem nasalen Teil des Rachens, ihre untere Fläche der Zungenwurzel zu. Mit seinem freien, bogenförmig geschweiften Rand umfaßt der weiche Gaumen von oben und von den Seiten die Rachenenge (Isthmus faucium), die Kommunikationsöffnung zwischen Mundhöhle und Rachen; die Basis der Öffnung wird durch den Zungenrücken gebildet. Blickt man in den geöffneten Mund, so sieht man, daß die Bogenlinie des oberen Randes der Rachenenge unterbrochen wird durch das Zäpfchen (Uvula), ein bald konisches, bald mehr zylindrisches weiches mittleres Anhängsel des Gaumens; bei geschlossenem Mund hängt dieses fast bis zum Kehldeckel herunter. Die seitlichen Teile der Umrandung bis zur Basis des Zäpfchens heißen hintere Gaumenbögen (Arcus palatopharyngei); sie gehen unten in die Rachenwandung über. Durch die Rachenenge erblickt man die rötliche Schleimhaut der hinteren Rachenwand; es entspricht diese Stelle dem zweiten Halswirbel (Epistropheus), eine hineingestochene Nadel trifft diesen.

Der weiche Gaumen (auch Gaumensegel, Velum palatinum, genannt) ist von etwas rötlicherer Farbe als der harte Gaumen und weist in der Mitte ebenfalls eine ganz leichte Raphe in der Fortsetzung der Raphe des harten Gaumens auf, die sich manchmal sogar auf die Uvula erstreckt. Auch mit freiem Auge sind an der Schleimhaut des Gaumensegels die feinen punktförmigen Öffnungen der Schleimdrüsen zu sehen, zahlreicher in ihrem vorderen als in ihrem hinteren Abschnitt.

Nicht weit vom freien Rand läßt der weiche Gaumen seitlich oberhalb der Gegend der Papilla foliata je einen länglichen, mandelförmigen Vorsprung von unregelmäßiger Oberfläche: die Gaumenmandel (Tonsilla palatina), erkennen. Diese erhebt sich aus einer Nische der Gaumenwand, der Fossa tonsillaris. Die vordere Begrenzung der Nische wird durch eine wulst-

förmige Erhebung, den vorderen Gaumenbogen, Arcus palato-glossus, gebildet. Er entspringt dreieckig verbreitert (Plica triangularis) an der Seitenwand der Zunge nicht weit hinter dem letzten Mahlzahn, zieht bogenförmig empor und verliert sich etwas oberhalb der Mandel im oberen Teil des weichen Gaumens; nach vorn grenzt der vordere Gaumenbogen schon an die Plica pterygomandibularis, von der ihn oft eine ganz seichte Furche trennt.

Die Tonsille läßt sich aus ihrer Nische unschwer als ein etwa 20 bis 25 *mm* hoher, 12—15 *mm* breiter, 10—12 *mm* dicker, ziemlich konsistenter in sich geschlossener Körper herauspräparieren. Ihre äußere Fläche ist ganz glatt, leicht gewölbt und wird von einer Bindegewebsschicht bedeckt, die seit Killian als Capsula tonsillaris bezeichnet wird. Hier ist die Tonsille verwachsen mit den vorbeiziehenden Musc. bucco- und stylopharyngeus. Flankiert wird sie vorn und hinten von senkrechten Muskelfasern, von denen die vorderen (M. palatoglossus) im vorderen Gaumenbogen, die hinteren (M. palatopharyngeus) im hinteren Gaumenbogen verlaufen. Von den beiden Grenzfurchen der Tonsille ist die hintere besser ausgesprochen. Die Plica triangularis des vorderen Gaumenbogens setzt sich nach Art einer Vorhaut (Praeputium tonsillae, Trautmann 1913) von vorn her in verschiedener Ausdehnung auf die Tonsille fort, überall fest verwachsen mit ihr. Nur oben, wo die Plica triangularis mit einem halbmondförmigen freien Rand (Margo supratonsillaris) über der Tonsille in den hinteren Gaumenbogen übergeht, füllt die Mandel ihre Nische nicht immer vollkommen aus, es bleibt manchmal eine kleine Vertiefung zurück, der Recessus supratonsillaris, der häufige Ausgangspunkt von Entzündungen und die gelegentliche Mündungsstelle von Kiemenfisteln. Die Tonsille ist sehr verschieden entwickelt, als Vorsprung überhaupt nur bei jugendlichen oder höchstens in den mittleren Jahren stehenden Individuen ausgeprägt, später wird sie ganz flach und bildet sich schließlich fast völlig zurück. Ihre freie Oberfläche zeigt eine Anzahl rundlicher oder schlitzförmiger Vertiefungen, die in verschieden tiefe Buchten der Schleimhaut (Fossulae tonsillares) führen. Im geöffneten Mund ist eine normale Tonsille nicht ohne weiteres zu sehen, sie wird durch den vorderen Gaumenbogen verdeckt; erst wenn man durch Niederdrücken des Zungenrückens eine Kontraktion der Gaumenmuskeln hervorruft, tritt sie mit dem kontrahierten hinteren Gaumenbogen hervor. Mikroskopisch besteht sie hauptsächlich aus lymphoidem Gewebe, wozu sich in ihren Randgebieten Schleimdrüsen gesellen. Mit dem Follikularteil der Zunge, der Rachenmandel und der Tubenmandel zusammen bildet die Gaumentonsille den lymphatischen Ring des Racheneinganges (Waldeyer).

Von den Gaumenmuskeln ist der M. levator (s. azygos) uvulae ein ganz unbedeutendes paariges oder manchmal einfaches Bündelchen, das, von der Spina am hinteren Rand des knöchernen Gaumens oder nahe zu

ihr, an der Aponeurose, entspringend, sich an der Basis des Zäpfchens verliert. Der kräftigste Muskel ist der Gaumenheber, M. levator veli palatini oder petrostaphylinus. Er entspringt am Felsenteil des Schläfenbeins gerade vor der unteren Öffnung des Canalis caroticus, legt sich der lateralen, membranösen Wand der Ohrtrompete an, läuft bogenförmig dicht unter der Schleimhaut des Rachens, entsprechend der Furche zwischen Plica salpingo-palatina und salpingo-pharyngea zum Gaumensegel, in welchem er sich unter der oberen Schleimhautfläche ausbreitet; in der mittleren Gegend des Gaumens steht er mit der Gaumenaponeurose in Verbindung. Der Gaumenspanner (M. tensor veli palatini) liegt auswärts vom vorigen Muskel; seine laterale Fläche legt sich schon unmittelbar dem M. pterygoideus internus an. Der Muskel nimmt seinen Ausgang an der Spina angularis des Keilbeins, dem Flügelfortsatz und der lateralen Lamelle des Tubenknorpels, zieht dann als sagittale Muskelplatte senkrecht nach unten und geht in eine flache Sehne über, die sich im rechten Winkel um den Hamulus pterygoideus herumschlingt und sich in einer fibrösen Haut, der Gaumenaponeurose (Aponeurosis palatina), ausbreitet. Diese heftet sich am hinteren freien Rand des Gaumenbeins an; sie läßt sich nur im vorderen Viertel des Gaumensegels als besondere Haut nachweisen, nach hinten verliert sie sich in der Scheide des M. uvulae und M. palatopharyngeus (Stoccada 1914). Unbedeutende Anteile der Muskulatur sind auch der zuletzt genannte Muskel und der M. palatoglossus, die in den Gaumenbögen senkrecht verlaufen. Die Hauptwirkung der Gaumenmuskeln ist die Erhebung und Anspannung des Gaumensegels beim Schlingakt, wodurch den Nahrungsteilen der Zugang zur Nasenhöhle versperrt wird. Daneben kommt zweien von ihnen, dem Levator und dem Tensor, noch eine Bedeutung für die Eröffnung und den Verschluß der Ohrtrompete zu, doch ist diese ihre Rolle nicht genau klargestellt. Während im allgemeinen der Tensor als der Eröffner, der Levator als der Kompressor der Tube gilt, soll sich nach Blackway (1914) die Sache umgekehrt verhalten. Der Palatoglossus ist ein Verenger des Isthmus faucium.

Die Innervation dieser Muskeln ist folgende. Der M. tensor veli palatini nimmt in dieser Hinsicht eine Sonderstellung ein, indem er seinen Nerv vom dritten Trigeminusast, und zwar vom Ganglion oticum oder vom N. pterygoideus internus, erhält. Levator und Palatopharyngeus werden hauptsächlich vom Vagus und Glossopharyngeus (Plexus pharyngeus) versorgt (Réthi 1893, Cords 1910). Der Musc. palatoglossus gehört noch dem Verästlungsgebiet des N. hypoglossus an. Doch scheint auch der N. facialis einen gewissen Anteil an der motorischen Innervation des Gaumens zu haben (Levator?), wie das aus dem Umstand hervorgeht, daß bei halbseitiger Fazialislähmung das Zäpfchen oft nach der gesunden Seite

verzogen erscheint. Für die sensible Innervation des Gaumens kommt der zweite Trigeminusast in Betracht.

Die Arterien des Gaumens stammen aus verschiedenen Quellen. Die A. palatina descendens aus der A. maxillaris interna teilt sich im Canalis pterygopalatinus in einen stärkeren Ast, der durch das For. palatinum majus zum harten Gaumen gelangt, und in mehrere kleine Zweige, die durch die Foramina palatina minora an den weichen Gaumen treten. Von unten her gelangt die A. palatina ascendens aus der A. maxill. externa zum Gaumensegel. Die Venen bilden Netze und sammeln sich in Stämme, die die Arterien begleiten und schließlich in den Plexus pterygoideus und die Schlundvenen münden.

Die Lymphgefäße des Gaumens stellen ein reiches Netzwerk dar, dessen Abflußbahnen in die tiefen Zervikalknoten münden. Überall finden sich Anastomosen mit den Lymphgefäßen des Zahnfleisches, vorn im Gebiet des Canalis incisivus auch solche mit denen der Nasenschleimhaut. Für die Tonsille liegt der regionäre Lymphknoten am hinteren Bauch des Digastricus auf der V. jugularis interna. Nach den Angaben Lénárts besteht ein Zusammenhang zwischen den Lymphgefäßen der Tonsille und denjenigen der Schleimhaut der Nasenhöhle.

VI. Allgemeine Beschreibung der Zähne.

Die Zähne sind zylindrische Hartgebilde, die an den freien Rändern des Ober- und Unterkiefers angebracht sind, fest verankert durch ihre einfachen oder mehrfachen Wurzeln in den Zahnfächern oder Alveolen. Sie dienen zum Ergreifen, zum Festhalten, zur Verkleinerung und Zermalmung der festen Bestandteile der Nahrung, im Tierreich auch als Waffen bei Angriff und Verteidigung. Beim Menschen kommt ihnen daneben noch bei der Aussprache gewisser Konsonanten (f, n, l, w) eine gewisse Rolle zu, was sich schon daraus ergibt, daß bei Verlust der Vorderzähne, falls nicht für entsprechende Prothese gesorgt ist, die Aussprache zu einer mangelhaften wird.

Die Zähne stehen in Reih und Glied in den beiden Kiefern, annähernd hufeisenförmig angeordnet als obere und untere Zahnreihe (Arcus dentalis superior et inferior). Die Art und Weise, wie die Ober- und Unterzähne bei geschlossenen Zahnreihen ineinandergreifen, wird als die Okklusion oder Artikulation der Zähne bezeichnet. Wie bei allen Säugern, sind die Zähne auch beim Menschen nach dem »thekodonten« Typus gebaut, das heißt sie sind mit den Kieferknochen nicht verwachsen, sondern stecken frei in den Alveolen in der Weise, daß sich zwischen ihrer Oberfläche

und der Innenwand der Alveole allenthalben eine dünne Bindegewebsschicht, die Wurzelhaut (Periodontium oder Periosteum alveolare), findet. Infolgedessen kommt den Zähnen, besonders den einwurzeligen, eine geringfügige passive Beweglichkeit zu.

Die Zähne bauen sich aus drei Hartsubstanzen auf. Den Hauptbestandteil bildet das Zahnbein (Dentin, Substantia eburnea), welches maßgebend ist für die Form und Größe des Zahnes. Es steht seiner Entstehung, seinem histologischen Bau und seiner chemischen Zusammensetzung nach dem Knochen nahe; wie dieser, ist es von bindegewebiger, mesenchymatischer Herkunft. Die beiden anderen Substanzen bilden die Rindenschichten des Zahnes. Im Bereich der Wurzel wird das Dentin von dem seiner Herkunft nach ebenfalls mesenchymatischen Zement (Substantia ossea) umschlossen, das an der Spitze am dicksten ist und sich gegen den Hals des Zahnes allmählich verschmälert; es ist seinem Bau nach schon als richtiger Knochen zu betrachten, der aber der Haversischen Kanäle entbehrt. Die oberflächlichste Schicht der Krone bildet der Schmelz (»Email«, Substantia adamantina, Adamas); dieser ist abweichend von den beiden anderen Substanzen von epithelialer Herkunft, ein Umwandlungs- oder Ausscheidungsprodukt des Epithels der Mundschleimhaut. Durch diese härteste Substanz des Körpers wird die Festigkeit des Zahnes, seine Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Einwirkungen beträchtlich erhöht. Doch geht der Schmelz an den beim Kauakt am meisten beanspruchten Stellen: an den Kaurändern und Kauflächen, schon von sehr frühem Zeitpunkt an durch Abschleifen fortschreitend verloren, wodurch das Dentin an den betreffenden Stellen bloßgelegt wird.

Im Innern des Zahnes finden wir die Zahnhöhle (Cavum dentis), zu der von der Wurzelspitze her der mit einfacher oder mehrfacher punktförmiger Öffnung (Foramen apicale dentis) beginnende, die Wurzel axial der Länge nach durchsetzende Wurzelkanal (Canalis radicis dentis) hinführt. Beide beherbergen das Zahnmark oder den Zahnkeim (Pulpa dentis), eine für die Ausbildung des Zahnes wichtige und auch für seine Erhaltung nicht unwesentliche, an Blutgefäßen, Lymphgefäßen und Nerven reiche, aus zarten Bindegewebsfibrillen und Bindegewebszellen bestehende weiche Substanz. Die Zahnhöhle ahmt annähernd die Form der Krone nach, natürlich in stark verkleinertem Maßstabe. Pulpahöhle und Wurzelkanal verengern sich im Lauf des Lebens durch Ablagerung sogenannten sekundären Dentins, erstere bei den Backen- und Mahlzähnen besonders von der Kauflächenseite her, der Wurzelkanal konzentrisch. Die mehrwurzeligen Zähne haben mehrere Kanäle, in jeder Wurzel einen, bei einheitlicher Zahnkammer. Aber auch in den einfachen Wurzeln und ebenso in den einzelnen Wurzeln der mehrwurzeligen Zähne kann der Wurzelkanal streckenweise

geteilt oder auch seiner ganzen Länge nach doppelt sein; die Teilungsäste können dabei getrennt in die Pulpahöhle münden oder sich vorher vereinigen. Auch kommen oft einfache oder mehrfache Queranastomosen zwischen den parallel verlaufenden Teilungsästen oder Doppelkanälen vor.

Die Zähne sind als riesige verknöcherte beziehungsweise verkalkte Papillen der Mundschleimhaut aufzufassen, Homologa der Zungenpapillen, welche ebenfalls aus einem bindegewebigen Grundstock und einer epithelialen Deckschicht bestehen. In phylogenetischer Hinsicht erblickt man allgemein mit R. Hertwig (1874) in den Zähnen umgewandelte »Plakoidschuppen« (Hautzähne), wie sie den Selachiern (Haien, Rochen, Chimären) eigen sind, die bei der Bildung des Mundes mit der ektodermalen Einstülpung in die Mundhöhle gelangt sind und, in den Dienst der Nahrungsaufnahme gestellt, ihre Form in zweckentsprechender Weise umgeändert haben.

Aus dem Verhältnis zur Alveole ergibt sich die Einteilung des Zahnes in Krone, Hals und Wurzel. Die Krone (Corona dentis) ist die nicht nur aus der Alveole frei hinausragende, sondern auch vom Zahnfleisch unbedeckte, durch ihren Schmelzüberzug wie emailliert aussehende Abteilung des Zahnes. Sie ist der eigentlich funktionelle Teil am Zahn, Hals und Wurzel dienen bloß zur Befestigung der Krone in den Kiefern und zur Zuführung der Gefäße und Nerven zu ihr. Der Hals (Collum dentis) läßt sich gegen die Wurzel nur so lange genau abgrenzen, bis der Zahn in der Alveole steckt, als der über den Alveolarrand hervorstehende, vom Zahnfleischsaum bedeckte Teil der Wurzel. Natürlich fehlt diesem Teil der Schmelzüberzug. Seine Höhe beträgt 1—3 *mm*. Oft ist der Zahn am Hals leicht eingeschnürt. Bei den mehrwurzeligen Zähnen stellt der Hals den gemeinsamen Sockel der Filialwurzeln dar. Im höheren Alter, oft auch schon früher, sehen wir den Hals nicht selten infolge der Atrophie des Zahnfleisches und der Alveolenränder entblößt und verlängert.

Zur Bezeichnung der einzelnen Flächen und Ränder des Zahnes hat sich in der zahnärztlichen Literatur eine besondere Nomenklatur herausgebildet, die mit der sonst in der Anatomie üblichen nur zum Teil übereinstimmt. Man unterscheidet am Zahn eine dem Gesicht und eine der Mundhöhle zugekehrte Fläche. Erstere wird bei den Vorder- oder »Frontzähnen« (frons = Stirn), das heißt den Schneide- und Eckzähnen, als labiale, bei den »Postkaninen«, das heißt den Backen- und Mahlzähnen, als bukkale bezeichnet. Gemeinsam verwendbar für beide Gruppen ist die Bezeichnung Vestibularfläche, von Vestibulum oris, dem Vorraum der Mundhöhle, das heißt dem zwischen den Zähnen und den Lippen beziehungsweise der Wange befindlichen Raum; denselben Vorzug hat auch die Bezeichnung Fazialfläche (Loos). Die gegenüberliegende Fläche heißt Zungenfläche (Facies lingualis) oder Oralfläche, bei den Oberzähnen

(überflüssigerweise) auch Gaumenfläche (Facies palatinalis). Man kann die beiden Flächen auch einfach als äußere und innere unterscheiden, mit welchen Namen in der Anatomie eben dasjenige, um was es sich hier handelt, nämlich die Beziehung zur inneren Körperachse, gekennzeichnet wird.

Dann haben die Zähne Berührungs- oder »Approximalflächen«, durch die sie mit den benachbarten Zähnen in Kontakt stehen, und zwar ist die der Mittellinie näher gelegene die mesiale, die gegen das Ende des Zahnbogens gerichtete die distale (Facies contactus mesialis et distalis). Beim letzten Mahlzahn steht die distale natürlich frei, sie ist keine »Berührungsfläche« mehr. Die Anatomie kennt das Beiwort »mesialis« überhaupt nicht, ebensowenig wie »approximalis«; »distalis« wird in anderem Sinne gebraucht. Vom Standpunkt des Anatomen wäre es am einfachsten, sich die Zähne statt in ihrer bogenförmigen Anordnung in einer geraden Querlinie in der Frontalebene angeordnet vorzustellen und demgemäß die beiden Berührungsflächen als Facies medialis und lateralis zu unterscheiden, doch ist zuzugeben, daß die in der zahnärztlichen Literatur eingebürgerte Terminologie etwas präziser ist und zu Mißverständnissen weniger Anlaß bietet, sowie daß sie sich auch zu zusammengesetzten Adjektivbildungen (mesio-distal usw.) besser eignet.

Die Frage der Terminologie der Zähne und ihrer einzelnen Teile ist neuerdings von zwei Autoren: von Türkheim[1] und de Jonge Cohen[2], aufgerollt worden. Türkheim hält es für erwünscht, daß auch für die Zähne die in der normalen Anatomie sonst üblichen Bezeichnungen angewendet werden. Seine Vorschläge: medial und distal für die beiden Berührungsflächen und frontal und dorsal für die äußere und innere Fläche des Zahnes werden aber diesem Wunsche nicht gerecht. Frontal und distal sind zwar richtige anatomische Bezeichnungen, werden aber in der Anatomie in anderem Sinne angewendet. Überdies wenn man medial, distal und dorsal sagt, so muß man folgerichtig nach den Prinzipien der anatomischen Terminologie die gegenüberliegenden Flächen oder Ränder als lateral, proximal und ventral bezeichnen. Cohens Vorschläge: approximal und distal für die Kontaktflächen und fazial und lingual für die äußere und innere Fläche des Zahnes, bedeuten keinen besonderen Fortschritt. Für den Anatomen gibt es am Zahn nur eine Facies externa und interna (bukkal und lingual) und eine Facies medialis und lateralis (mesial und distal). Als proximal würde der Anatom den Zahnhals, als distal den freien Rand bezeichnen. Das große praktische Interesse aber, das sich an eine sehr genaue, jedes Mißverständnis ausschließende Bezeichnung der einzelnen Teile des Zahnes knüpft, rechtfertigt es, wenn sich die morphologischen und zahnärztlichen Spezialisten des Zahnsystems mit den allgemeinen anatomischen Lagebezeichnungen für ihr Objekt nicht zufrieden geben, sondern sich, ihren speziellen Zwecken entsprechend, einer besonderen Terminologie bedienen.

---

[1] H. Türkheim, Vorschläge für eine einheitliche Bezeichnung der Zähne und ihrer Teile. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 36, 1918, S. 44.

[2]) Th. E. de Jonge Cohen, Die Nomenklatur in der Zahnanatomie. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 36, 1918, S. 218.

Während wir bei den Frontzähnen nur von einem Kaurand (Margo masticatorius) reden können, kommt es bei den Hinterzähnen schon zur Bildung einer Kaufläche (Facies masticatoria), die von vier Kaurändern, einem bukkalen, einem lingualen und zwei approximalen, umgrenzt ist. Englisch schreibende Autoren bevorzugen statt Kaufläche »Okklusalfläche«. Marginalwärts heißt die Richtung nach dem Kaurand hin[1], zervikalwärts die nach dem Zahnhals, apikalwärts die nach der Wurzelspitze hin. Die tiefste Furche der Kaufläche ist stets die ihrer Breite nach, das heißt mesio-distal verlaufende Kaufurche, deren mittlere tiefste Stelle ist bei den Mahlzähnen die Kaugrube (Fovea centralis).

Der Mensch ist gleich den meisten Säugern diphyodont[2], das heißt es kommen in seinen Kiefern zwei Generationen von Zähnen zur Ausbildung, wovon die erste, das Milchzahngebiß oder Wechselgebiß (Dentes lactei oder caduci), hinfällig ist, die zweite, das Dauergebiß (Dentes permanentes), mehr oder weniger während des ganzen Lebens persistiert. Die erste Serie besteht aus 20 Zähnen, die in bestimmter Reihenfolge von der Mitte oder dem letzten Drittel des ersten Lebensjahres an bis zum Ende des zweiten oder zur Mitte des dritten Jahres hervortreten (erste Dentition, lakteales Gebiß). Vom sechsten Jahre an erscheinen die Dauerzähne; diese zweite Dentition findet mit dem 12. oder 13. Jahre ihren vorläufigen Abschluß; es bleiben nur noch die drei Molaren oder Weisheitszähne in den Kiefern zurück, die erst um das 20. Jahr oder noch später zum Vorschein kommen. Ihr spätes und unregelmäßiges Erscheinen gehört mit zu den Zeichen, wodurch sich der regressive Charakter dieses Zahnes beim Menschen offenbart; noch bei den Anthropoiden fehlt dieser große zeitliche Abstand zwischen dem Hervortreten des zweiten und dritten Molars. Die Zahl der Dauerzähne beträgt beim Menschen 32; davon können eigentlich nur 20 als »Ersatzzähne« bezeichnet werden, da die Molaren keine Milchzähne als Vorgänger haben. Nach der Ansicht einzelner Autoren enthalten unsere Kiefer in latenter Form auch noch die Anlagen zu einer dritten, »postpermanenten« Dentition, wovon sich die eine oder andere Anlage ausnahmsweise zu einem vollkommenen Zahn ausbilden kann (Dentitio supernumeraria, tertia). Nach der Ansicht der meisten Autoren gehören allerdings solche Zähne nicht zu einer dritten Dentition, sondern sind verspätet durchbrochene überzählige Elemente des gewöhnlichen Dauergebisses. Auf der anderen Seite glaubten einzelne Forscher (Leche, Adloff), Spuren prälaktealer Zahnanlagen, wie sie bei den Beuteltieren und einigen Plazentatieren vorkommen und dort zur Bildung rudimentärer Zähne führen sollen,

[1] Unter »marginalwärts« wird von manchen das Gegenteil, nämlich die Richtung nach dem Schmelzrand hin, verstanden.

[2] δίς doppelt, φύειν entstehen, ὀδούς Zahn.

in der Entwicklung der menschlichen Zähne beobachtet zu haben, doch wird dem von anderer Seite widersprochen, so daß die Annahme solcher Anlagen durchaus hypothetischen Charakters ist. Nicht fraglich aber ist, daß der Diphyodontismus des Menschen und der meisten Säugetiere stammesgeschichtlich aus dem Polyphyodontismus und Oligophyodontismus hervorgegangen ist.

Gleich allen Säugetieren mit Ausnahme der Delphine und Zahnwale besitzt der Mensch ein heterodontes[1] Gebiß, das heißt die Zähne des Gebisses sind nicht alle gleichgeformt wie bei den Fischen, Amphibien und den meisten[2] Reptilien, die alle nur einfache Kegelzähne oder dreizinkige, »trikonodonte« Zähne haben (Homöodontismus oder Isodontismus), sondern es lassen sich im Gebiß nach der Verschiedenheit der Größe und Gestalt der Zähne einzelne Gruppen unterscheiden. Diese Erscheinung wird allgemein als die Folge funktioneller Anpassung aufgefaßt, indem ein Teil der Zähne zum Beißen, zum Ergreifen und Zerreißen der Nahrung Verwendung findet und diesem Zweck entsprechend eine meißelförmige, am freien Rand messerschneideartig zugeschärfte Form angenommen hat, während einem anderen Teil neben der zerreißenden Wirkung auch die Aufgabe der Zermahlung der festen Nahrungsbestandteile zugefallen ist, daher diese Zähne eine würfelförmige Gestalt mit breiter höckeriger Kaufläche, ferner angesichts der größeren mechanischen Beanspruchung zur festeren Verankerung in den Kiefern mehrfache Wurzeln erhalten haben, größer, kräftiger und im unmittelbaren Bereich der starken Kaumuskeln angebracht sind. In die erste Kategorie gehören die Schneide- und Eckzähne (Dentes incisivi et canini), in die zweite die Backen- und Mahlzähne (Dentes praemolares et molares). Noch bei den Anthropoiden, deren Kauapparat viel mächtiger ist als der des Menschen, sind auch die Backenzähne mehrwurzelig, und zwar besitzen die oberen drei, die unteren zwei Wurzeln, während beim Menschen als Teilerscheinung der allgemeinen Reduktion und Zusammendrängung des Gebisses und des Kauapparats überhaupt die Wurzeln der Prämolaren zumeist zu einer einzigen verschmolzen sind. Der Heterodontismus ist ohne Frage ein phylogenetisch erworbener sekundärer Zustand.

Zahl und Anordnung der zu den einzelnen Kategorien gehörigen Zähne werden durch die Zahnformel ausgedrückt. Sie besteht aus den

[1] Von ἕτερος verschieden und ὀδούς der Zahn.

[2] Der Heterodontismus prägt sich schon bei gewissen Reptiliengruppen aus, besonders bei der fossilen Gruppe der Theriodontien, deren Gebiß teilweise eine hochgradige Spezialisierung aufweist. Nicht selten ist das Gebiß deutlich aus einer präkaninen und postkaninen Reihe zusammengesetzt, die voneinander durch einen einem Säugereckzahn ähnelnden, stark hervortretenden Caninus getrennt sind.

großen respektive (bei den Milchzähnen) kleinen Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der einzelnen Zahnsorten in ihrer natürlichen Reihenfolge und mit Angabe der Zahl der zu den einzelnen Gruppen gehörenden Zähne angeführt, und zwar, da das Gebiß stets bilateral-symmetrisch angeordnet ist, nur für die eine, und zwar immer die linke Hälfte des von der Gesichtsfläche her betrachteten Gebisses.

Für das Dauergebiß des Menschen lautet die Formel:

$$I\frac{2}{2}\,C\frac{1}{1}\,P\frac{2}{2}\,M\frac{3}{3}.$$

Für das Milchgebiß:

$$i\frac{2}{2}\,c\frac{1}{1}\,m\frac{2}{2}.$$

In einer noch einfacheren Formel bleiben auch die Anfangsbuchstaben weg: $\frac{2\,.\,1\,.\,2\,.\,3}{2\,.\,1\,.\,2\,.\,3}$.

Die Situation eines Zahnes wird am einfachsten durch ein Rechteck und die in dessen Winkel gesetzte Nummer des betreffenden Zahnes — von der Mitte aus gezählt — angezeigt. Der senkrechte Strich des Rechtecks entspricht der Mittellinie, der wagrechte der Trennungslinie der oberen und unteren Zahnreihe. So bedeutet z. B. $\underline{3|}$ = rechter oberer Eckzahn, $\underline{|8}$ = linker oberer Weisheitszahn, $\overline{4|}$ = rechter unterer erster Backenzahn.

Die Ober- und Unterzähne derselben Zahngattung gleichen sich zwar beim Menschen im ganzen und großen, stimmen aber doch nicht in allen Einzelheiten überein, so daß eine ausführliche Beschreibung des Gebisses sie gesondert zu betrachten hat.

Vergleichend-Anatomisches. Die Zahnformel der Anthropomorphen und der altweltlichen oder katarrhinen Affen stimmt vollkommen mit derjenigen des Menschen überein, dagegen besitzen schon die amerikanischen oder platyrrhinen Affen drei Prämolaren; bei einer Gruppe, den Hapalidae, wird allerdings die hierdurch verursachte Vermehrung der Zähne durch Wegfall des dritten Mahlzahnes ausgeglichen. Das Gebiß der rezenten Halbaffen weist im allgemeinen die Platyrrhinenformel auf, doch kommt bei einzelnen Formen eine Verminderung der Zahl der Zähne vor. So sinkt bei Indris die Zahl auf $\frac{2\,.\,1\,.\,2\,.\,3}{2\,.\,0\,.\,2\,.\,3}$, beim Aye-Aye (Chiromys) sogar auf $\frac{1\,.\,0\,.\,1\,.\,3}{1\,.\,0\,.\,0\,.\,3}$. Dagegen haben im Eozän in Europa und Nordamerika Vorläufer der Halbaffen gelebt, die noch ein zahnreicheres Gebiß, teilweise sogar die volle Zahnzahl des Säugergebisses (44 Zähne) besessen haben.

Bei den verschiedenen Säugern wechselt die Zahnformel in mannigfaltiger Weise. So treffen wir z. B. eine besonders hohe Zahl bei gewissen Beuteltieren an; Myrmecobius besitzt z. B. 50—52 Zähne, 4 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 3 Backen- und 5—6 Mahlzähne. Der Hund hat 40 Zähne (3 . 1 . 4 . 2), das Pferd ebenfalls 40 (3 . 1 . 3 . 3). Die Stammform des Säugetiergebisses, wie sie beim Schwein und beim Tapir verwirklicht ist, soll nach der allgemeinen, von Flower begründeten Annahme 44 Zähne in sich begreifen, und zwar:

$$I\frac{3}{3}\,C\frac{1}{1}\,P\frac{4}{4}\,M\frac{3}{3}.$$

Somit spricht sich beim Menschen im Vergleich zu diesem Grundtypus schon in der Zahl der Zähne eine Reduktion aus, und zwar wird zumeist angenommen, daß dem Menschen I_3, P_1 und P_2 fehlen, doch bestehen bezüglich der fehlenden Zähne, sowohl der Schneidezähne wie der Prämolaren, Meinungsverschiedenheiten.

Oberfläche, Farbe. Wurzel und Hals sind von gelblicher Farbe und mattem Aussehen, die Krone ist dagegen dank ihrem Schmelzüberzug milchweiß und glänzend, wie emailliert, doch kommen häufig Zähne mit einem Stich ins Gelbliche, Bläuliche oder Bräunliche vor. Mit dem Alter nehmen die Zähne überhaupt gewöhnlich eine gelblichere, oft mehr ins Bräunliche oder Graue spielende Farbe an. Ihre natürliche Farbe zeigen die Zahnkronen übrigens nur bei sorgfältig gepflegten, gereinigten Zähnen, sonst haften einem Teil ihrer Oberfläche, namentlich dem halswärts gelegenen Gebiet der vestibularen Kronenfläche, schmutzig braune oder grünliche Belege an. In besonders starkem Maße ist dies bei Rauchern der Fall. Am mazerierten Schädel sind die Zähne weißer, als sie im Leben zu sein pflegen.

Schwarz sind die Zähne bei Malaien und Polynesiern infolge des Betelkauens. Diese in Süd- und Ostasien, insbesondere aber im Ostindischen Archipel allgemein verbreitete Sitte besteht darin, daß ein Stück Arekanuß mit etwas gebranntem Muschelkalk in ein Blatt der Sirih- oder Betelpflanze eingeschlagen und unausgesetzt von früh bis abends gekaut wird. Der Hauptbestandteil ist die tannin- und farbstoffhaltige Arekanuß. Das Betelkauen soll nach der Angabe glaubwürdiger Zeugen konservierend auf die Zähne wirken. Auf den Nikobaren halten die Eingebornen so große Stücke Kalk, mit Sirihblättern umwickelt, im Mund, daß sich die Zähne mit der Zeit durch Kalkablagerung zu unförmlichen, oft kastaniengroßen Pseudoodontomen umwandeln. Auch auf den Admiralitätsinseln soll dies nach Micklucho-Maclay vorkommen[1].

[1] Siehe H. Schröder, Die künstliche Deformation des Gebisses. Greifswald 1906, S. 87.

Die Zungen- und Berührungsflächen der Zähne sind mehr poliert als die Vestibularfläche. An der Oberfläche der Krone kommen häufig auch bei ganz gesunden Individuen und an ganz gesunden Zähnen äußerst zarte, oft nur mit der Lupe sichtbare dicht gelagerte quere, die Krone kreisförmig umfassende parallele Schmelzrunzeln vor. (Fig. 32.) Am dichtesten und von regelmäßigstem Verlauf sind sie in der Nähe des Halses, doch fehlen sie auch an den übrigen Gebieten der Krone nicht; sie sind indessen nur an Zähnen jugendlicher Individuen anzutreffen, da sie durch den Gebrauch sehr bald abpoliert werden. Auch an den Milchzähnen kommen sie vor. Diese Schmelzrunzeln waren schon Leeuwenhoek bekannt. Preiswerk gab ihnen neuerdings den Namen »Perikymatien«[1]. Türkheim[2] hält sie für den Ausdruck einer normalen schichtenweisen Ablagerung der Kalksubstanz im Schmelz. Nach Asper[3], der diese Wülstchen kürzlich genauer untersucht hat, handelt es sich um streifenförmig einsetzende Unvollkommenheiten bei der halswärts fortschreitenden Verkalkung der Schmelzprismen, indem gut verkalkte Zonen mit unvollkommen verkalkten abwechseln; in letztere dringen auch Luftbläschen ein. Am bleibenden Eckzahn zählte Asper durchschnittlich 197 Streifen, wovon jeder aus weiteren 5—10 feineren Linien bestand. — Die so häufigen »gerifften Zähne«, »Schmelzhypoplasien« und sonstigen Anomalien des Schmelzes gehören in das pathologische Gebiet.



Fig. 32.
Jugendlicher oberer Backenzahn, mit der Lupe gesehen. Parallele Schmelzstreifen. Nach v. Ebner.

Spezifisches Gewicht. Das spezifische Gewicht der menschlichen Zähne beträgt nach eigenen Bestimmungen an den Gebissen zweier jugendlicher Individuen 2·18 bis 2·22, im Mittel 2·20. Ein Unterschied zwischen den einzelnen Zähnen konnte in dieser Hinsicht nicht nachgewiesen werden.

Chemische Zusammensetzung. Siehe das Kapitel »Chemie der Mundhöhle« dieses Werkes.

Größe der Zähne. Das Volumen der Zähne ist nach Geschlecht und teilweise auch nach Rasse verschieden, in erster Reihe aber ist es beträchtlichen individuellen Schwankungen unterworfen. Es wächst nicht immer

---

[1] Von τὸ κῦμα = die Welle.

[2] H. Türkheim, Zur Kenntnis der Schmelzhypoplasien. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Bd. 32, 1914, S. 729.

[3] H. Asper, Über die »Braune-Retziussche Parallelstreifung« im Schmelz der menschlichen Zähne. Schweiz. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Bd. 26, 1916, S. 276.

parallel mit der Größe des Individuums, des Schädels oder auch der Kieferteile. Bekanntlich gibt es Individuen mit verhältnismäßig großen, breiten und dicht gedrängten, manchmal sogar für die Kiefer übergroßen Zähnen (Preßgebiß), solche mit mittelgroßen und solche mit kleinen, locker angeordneten, bei den Frontzähnen durch freie Abstände getrennten Zähnen (Lückengebiß). Eine Methode aber, um diese Unterschiede der Zahngröße zahlenmäßig zum Ausdruck zu bringen, haben wir noch nicht. Die absoluten Maße der Zähne geben hierüber natürlich keinen Aufschluß. Die Zahnmaße oder Zahngewichte müßten auf einen den Entwicklungsgrad des Schädels, des Gesichtes oder der Kieferteile unabhängig von der Schädelform anzeigenden Modulus bezogen werden. Als solchen könnte man vielleicht die Schädelkapazität benutzen, ähnlich wie das neuerdings auf Szombathys Vorschlag[1] bei der Feststellung der relativen Maße des Hirnschädels geschieht; natürlich aber käme diese Methode nur für den knöchernen Schädel in Betracht, nicht aber für Lebende. — Alle Maß- und Gewichtsbestimmungen der Zähne werden technisch stark beeinträchtigt und unsicher gemacht durch die schon bald nach ihrem Durchbruch einsetzende Usur.

Die Höhe (Länge) der Krone wird bei den »Antemolaren«, d. h. den Schneide-, Eck- und Backenzähnen, vom hervorragendsten Punkt der Schneidekante bis zum Scheitel des Schmelzrandes gemessen. Bei den Mahlzähnen ist eine maximale und minimale Kronenhöhe zu unterscheiden, erstere geht von den Höckerspitzen, letztere von der Tiefe der mittleren Einkerbung des Kaurandes aus; unter »Höhe« allein verstehen wir am zweckmäßigsten die maximale Höhe der Krone, und zwar die an der vestibularen Seite. Als Breite gilt der größte Mesiodistaldurchmesser der vestibularen Kronenfläche, als Kronendicke oder -tiefe der größte vestibulo-linguale Durchmesser. Gesamtlänge eines Zahnes ist die Entfernung vom hervorstehendsten Punkt des Kaurandes bis zur Wurzelspitze. Sie erfordert natürlich eine Korrektur, wenn die Wurzel verbogen oder an der Spitze gekrümmt oder wenn die Krone abgekaut ist, ebenso auch wenn sich die Wurzel abnorm schief an die Krone ansetzt.

Über die Schwankungsbreite der Kronenmaße gibt folgende, R. Martins Lehrbuch der Anthropologie, Jena 1914, S. 885, entnommene, auf Grund der Angaben verschiedener Forscher zusammengestellte Tabelle Aufschluß.

Flower (1885) teilte die Völker in makrodonte (großzähnige), mesodonte (mittelzähnige) und mikrodonte (kleinzähnige); als Maß hierfür diente ihm die mit dem Zirkel gemessene geradlinige Entfernung vom mesialen

---

[1] I. Szombathy, Über relative Schädelmaße und ihre Anwendung. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien Bd. 48, 1918, S. 177. — Derselbe, Tabellen zur Umrechnung der Schädelmaße auf einen Rauminhalt von 1000 Kubikzentimetern. Wien 1918.

Maße		I_1	I_2	C	P_1
Breite	oben	6·5—10·6	5·0— 8·3	5·8— 93	5·5— 9·5
	unten	3·5— 6·5	4·2— 7·2	5·0— 9·0	4·5— 8·7
Dicke	oben	6·2— 8·3	5·0— 7·8	7·0—10·8	5·0—12·5
	unten	4·9— 7·7	5·3— 7·6	5·8—10·0	5·7— 9·8
Höhe	oben	7·5—14·0	6·0—12·1	6·0—13·5	5·5—10·0
	unten	7·0—10·8	7·0—12·0	7·0—14·0	6·0—11·0

Maße		P_2	M_1	M_2	M_3
Breite	oben	5·0— 8·8	7·8—12·8	7·0—11·8	4·0—11·7
	unten	5·0— 8·8	8·0—12·8	7·0—12·5	4·0—15·0
Dicke	oben	4·7—11·7	9·0—14·5	6·3—14·7	5·8—14·8
	unten	5·0— 9·7	8·3—12·2	8·0—12·0	4·0—13·0
Höhe	oben	5·0—10·2	—	—	—
	unten	5·0—10·0	—	—	—

Rand des P_1 bis zum distalen Rand des M_3 (»Dentallänge«) beziehungsweise das prozentuale Verhältnis dieses Maßes zur Nasion-Basionlänge, d. h. zur Entfernung der Sutura nasofrontalis vom vorderen Rand des Hinterhauptloches (»Dentalindex« $= \frac{\text{Dentallänge} \times 100}{\text{Basion-Nasionentfernung}}$).

Als Grenzen der einzelnen Kategorien nahm Flower folgende Indexwerte an:

Mikrodont . . . . x—41·9
Mesodont . . . . 42—43·9
Makrodont . . . . 44—x

Im allgemeinen ist die Größe der Zähne als Rassenmerkmal wenig charakteristisch; sie stellt mehr ein individuelles Merkmal dar. Immerhin zeigt es sich, daß einige Rassen, wie die Australier und Papuas, zur Makrodontie neigen, andere, wie die Altägypter, Birmanen, Lappen (Kajava 1912), vorwiegend mikrodont sind. Die Europäer, bei denen gelegentlich auch große Zahnmaße vorkommen, stehen ungefähr in der Mitte, aber näher den mikrodonten als den makrodonten Gruppen. Als mittleres Maß der Dentallänge gibt Martin 41 *mm* an. Ich finde an einer größeren Anzahl von

Präpariersaalschädeln ein Durchschnittsmaß von 40·7 *mm* für den Ober- und 44·3 *mm* für den Unterkiefer.

Gewicht der Zähne. Drei jugendlichen, gesundbezahnten männlichen Leichen wurden die Zähne ausgezogen und deren Gewicht im mazerierten, d. h. durch längere Wassereinwirkung von der Wurzelhaut befreiten Zustand bestimmt. Als Mittel ergab sich in Grammen:

$I_1 = 1·16$	$I_2 = 0·74$	$C = 1·48$	$P_1 = 1·02$
$I_1 = 0·52$	$I_2 = 0·65$	$C = 1·14$	$P_1 = 0·91$
$P_2 = 1·05$	$M_1 = 2·15$	$M_2 = 2·06$	$M_3 = 1·87$
$P_2 = 1·00$	$M_1 = 2·02$	$M_2 = 1·91$	$M_3 = 1·57$

Durchschnittliches Gewicht der einzelnen Zahnsorten: Incisivus = 0·52 *g*, Caninus = 1·31 *g*, Praemolar = 0·99 *g*. — Gesamtgewicht der Zähne des Oberkiefers: 10·53 *g*, des Unterkiefers: 9·72 *g*, beider Zahnreihen zusammen: 20·25 *g*, der Schneidezähne = 3·07 *g*, der Eckzähne = 2·62 *g*, der Backenzähne = 2·96 *g*, der Mahlzähne = 11·53 *g*.

Geschlechtsunterschiede der Zähne. Die Geschlechtsunterschiede der Zähne sind bisher noch nicht mit erforderlicher Genauigkeit untersucht worden. Daß sich im Zahnsystem des Menschen diese Differenzen nur kaum merklich aussprechen, ist augenscheinlich; der Mensch verhält sich in dieser Hinsicht anders als seine nächsten Verwandten, die Menschenaffen, bei denen die mächtigen Eckzähne der männlichen Exemplare eines der auffallendsten Geschlechtsmerkmale bilden. Im allgemeinen sind die Zähne des Weibes, entsprechend dem geringeren Umfang des ganzen Schädels und insbesondere der Kieferteile, absolut etwas kleiner als die des Mannes. Dies gilt für alle Zähne, in besonderem Maße aber nach Mühlreiters Messungen für die Eckzähne, die oben um 0·5, unten um 0·4 *mm* im Breitendurchmesser und oben um 1 *mm*, unten um 1·1 *mm* im Längendurchmesser hinter denen des Mannes zurückbleiben. Dafür aber sollen nach einer sehr verbreiteten Angabe die mittleren oberen Schneidezähne beim Weibe im Verhältnis zu den Nachbarzähnen weitaus häufiger besonders stark entwickelt sein. Genaue Messungen an einem größeren Material liegen allerdings hierüber nicht vor. In den absoluten Maßen erreicht dieser Zahn beim Weibe nicht das Volumen des entsprechenden Zahnes beim Manne; die Breite des oberen I_1 beträgt nach Parreidt (1884) beim europäischen Mann 8·481 *mm*, bei der Frau 8·339 *mm*, nach Mühlreiter 8·5 *mm* und 8·3 *mm*. Nach dem letztgenannten Forscher »erscheint für ein echt typisch geformtes

weibliches Gebiß die auffallende Kleinheit des unteren Eckzahnes als das Hauptcharakteristikum; er ist oft kaum breiter als der neben ihm stehende untere Seitenschneidezahn«. Nach de Terra soll ein Trema, d. h. eine Lücke zwischen den oberen medialen Schneidezähnen, beim Weibe häufiger vorkommen als beim Manne.

Zur genaueren Kenntnis der Wurzelkanäle.

Nach flüchtigen Beschreibungen früherer Autoren hat zuerst Miller in seinem Lehrbuch (1903) auf die Wichtigkeit einer genauen Kenntnis der Anatomie der Wurzelkanäle hingewiesen und an einigen Schliffen die verschiedenen Variationen in Form und Verlauf der Kanäle untersucht. Doch beginnt die genauere Erforschung dieses Gegenstandes erst mit den Arbeiten von Port (1905), Preiswerk (1908) und Guido Fischer (1908); die beiden letzteren Autoren benutzten zuerst das Korrosionsverfahren. Beide stellten häufige Unregelmäßigkeiten im Verlauf der Wurzelkanäle: Zweiteilungen, Querbrücken, Verästlungen, fest. Fischer beschrieb insbesondere »apikale Verzweigungen«, d. h. einen Zerfall des Kanals im Bereich der Wurzelspitze in eine Anzahl feiner, zuweilen netzartig angeordneter Äste, die mit mehreren punktförmigen Öffnungen an der Oberfläche münden.

Adloff (1913) wendete eine neue Methode an: Zahnhöhle und Wurzelkanal wurden mit Metall gefüllt und der Zahn mit dem Spalteholzschen Verfahren durchscheinend gemacht. Mit derselben beziehungsweise einer ähnlichen Methode arbeiteten Fasoli und Arlotta (1913) und Moral (1914). Erausquin (1916) untersuchte die Sache an mikroskopischen Schnitten.

Die ausführlichste Arbeit lieferte Heß[1] (1917), hauptsächlich wieder auf Grund von Korrosionspräparaten (bei Füllung des Zahnes mit vulkanisiertem Kautschuk), daneben wurden auch mikroskopische Längsschnitte entkalkter Zähne untersucht. Die Untersuchungen erstreckten sich auf 2800 menschliche Zähne.

Heß fand, daß die Wurzelkanäle in ihrem Verhalten keine stabilen Bildungen sind. Beim Kinde sind sie weit, ihr Verlauf ist stets einfach und unverzweigt. Aber schon zwischen dem 12. und 20. Jahre sind einige »apikale Verzweigungen« des Kanals nachzuweisen. Diese nehmen dann weiter zu, und zwar bei den mehrwurzeligen Zähnen während des ganzen Lebens, bei den einwurzeligen nur bis zum 40. Jahre, von welchem Zeitpunkt sie sich allmählich zurückbilden. Dasselbe gilt für die »Markkanäle«, d. h. die feinen seitlichen Nebenäste, die in verschiedener Höhe vom Wurzelkanal zur Wurzelhaut ziehen. Am häufigsten (80%) sind die apikalen Verzweigungen am oberen Weisheitszahn sowie an der mesio-bukkalen Wurzel des ersten und zweiten oberen Mahlzahnes (60%), an den anderen Zähnen wechselt

[1] W. Heß, Zur Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Gebisses. Zürich 1917.

ihre Häufigkeit zwischen 10% (untere Mahlzähne) und 50% (zweiter oberer Prämolar). Die Häufigkeit der Markkanäle bewegt sich um 20%, nur bei den unteren Frontzähnen sinkt sie auf 10 bis 12%.

Erausquin (1916) fand unter 62 histologisch untersuchten Zähnen in 22 (35·5%) apikale Verzweigungen.

Die mitgeteilten Angaben sind nicht ohne Widerspruch geblieben. Feiler (1915) faßt die »apikalen Verästlungen« als Ergebnisse einer künstlichen, chemisch oder thermisch bedingten Zerklüftung der Wurzelspitze auf. Der Wurzelkanal mündet an der Oberfläche nicht mit einer Anzahl von Öffnungen, wie Fischer angibt, sondern mit einer einfachen Öffnung oder seltener mit zwei, noch seltener mit drei Öffnungen. Die alte Anschauung von der Einheitlichkeit des Wurzelkanals, auch am Foramen apicale, bestehe auch weiterhin zu Recht. Auch die Nachprüfung der Fischer-Heßschen Angaben, die v. Rottenbiller (1918) an einem Material von 600 Zähnen mit derselben Methode (Korrosionsverfahren, mikroskopische Präparate) vornahm, führte zu einem negativen Ergebnis. Nur in zwei Fällen (von 600!) konnten Wurzelramifikationen an Korrosionspräparaten festgestellt werden; histologisch waren Verzweigungen überhaupt in keinem Falle nachweisbar.

Die von mir mit Beihilfe meines Assistenten Dr. Franz Kiss vorgenommenen Untersuchungen sind ausschließlich mit der Aufhellungsmethode angestellt, die meiner Ansicht nach allen Anforderungen genügt und die Korrosionsmethode vollkommen überflüssig macht. Das von uns angewendete Verfahren gestaltete sich folgendermaßen: An dem aus der Leiche frisch entnommenen gesunden Zahn wird dicht am Schmelzrand die Krone mit der Laubsäge vorsichtig abgetragen. Die Wurzel wird im Thermostat bei etwa 35° C mindestens einen Monat lang in destilliertem Wasser mazeriert. Nun folgt die Entkalkung in 5% täglich gewechselter Salz- oder Salpetersäure, wozu etwa zwei Wochen erforderlich sind. Übertragung unmittelbar in 5% Natrium sulphuricum zum Neutralisieren, worin die Objekte 24 Stunden lang verbleiben, dann Stellung auf 24 Stunden unter den Wasserstrahl zum Auswaschen. Der Zahn wird nun auf 24 Stunden im Thermostat bei 35—37° C in eine 10%ige Gelatinelösung gebracht, der man vorher pulverisiertes, in wenig Wasser gelöstes »leicht lösliches« Berlinerblau bis zur lebhaften blauen Färbung zugesetzt hat. Die Gelatinelösung dringt von selbst in den Hohlraum des Zahnes und füllt ihn völlig, einschließlich seiner eventuell vorhandenen Nebenästchen, aus, nur muß der Zahn von Zeit zu Zeit zur Entfernung der Luftbläschen mit der Pinzette umgewendet werden. Nach dem Abkühlen löst man das Objekt aus der Gelatinehülle und bringt es auf zwei Tage in 10% Formol. Auswaschen unter dem Wasserstrahl einen halben Tag lang, härten in tagweise steigendem

Alkohol von 30, 50, 80% und absolutem Alkohol; letzterer muß dreimal gewechselt werden. Zuletzt Übertragung in Benzol, das drei Tage hintereinander gewechselt wird, worin der Zahn glasartig durchsichtig wird und auf der nur ganz leicht gelblichen Grundlage das dunkelblau gefüllte Hohlraumsystem mit vollkommener Klarheit erkennen läßt. Die Präparate können in Benzol aufgehoben werden. Noch durchsichtiger werden die Präparate, wenn man sie noch aus dem Benzol in das Spalteholzsche Gemisch (Oleum Gaultheriae und Isopral) überträgt. Bei gut dekalzinierten und entwässerten Zähnen ist dies überflüssig. Zur Untersuchung bedient man sich am besten der Binokularlupe. Bei der Untersuchung der mehrwurzeligen Zähne müssen die Wurzeln auseinander geschnitten werden.

Von den sehr zahlreichen — mehrere tausend betragenden — Zähnen, die nach diesem Verfahren in Vorbereitung stehen, habe ich bis zur Stunde nur 923 untersuchen können. Allerdings haftet meinen Untersuchungen gegenüber denen von Heß der Mangel an, daß das Alter der Individuen, denen die Zähne entnommen wurden, nicht notiert worden war. Es sind daher in meiner Statistik jugendliche und etwas ältere Zähne durcheinander gewürfelt, hauptsächlich beziehen sich meine Angaben aber doch auf das Gebiß jüngerer Individuen, da stark abgekaute und kariöse Zähne nicht berücksichtigt wurden.

Meine Befunde bilden im wesentlichen eine Bestätigung der Beobachtungen von Preiswerk, Fischer, Heß und anderen. Sie zeigen ebenfalls, wie häufig der Fall ist, daß der Kanal nicht einfach ungeteilt und unverästelt verläuft, um mit einer regelrechten, einheitlichen Öffnung an der Spitze der Wurzel auszumünden, sondern im Spitzengebiet kompliziertere Verhältnisse darbietet oder schon früher solche erkennen läßt. Untersucht man viele Fälle, so muß man zur Überzeugung kommen, daß bei der Häufigkeit dieser Vorkommnisse der Zahnarzt sich niemals mit Bestimmtheit darauf verlassen wird können, durch die sogenannte Exstirpation der Wurzelpulpa das Kanalsystem vollkommen ausgeräumt zu haben.

Man kann die Abweichungen vom einfachen, ungeteilten und unverästelten Kanaltypus in vier Gruppen teilen:

1. Es ist ein doppelter Kanal vorhanden. Die beiden Kanäle sind entweder der ganzen Länge nach getrennt oder verbinden sich teilweise zu einer einheitlichen Kanalstrecke, in letzterem Falle entweder derart, daß aus dem Pulparaum ein einfacher Kanal hervorgeht, der sich erst während seines spitzenwärts gerichteten Verlaufes in zwei bis zur apikalen Ausmündung selbständige Kanäle teilt, oder derart, daß beim Ausgang aus dem Cavum dentis zwei Kanäle vorhanden sind, die sich aber früher oder später zu einem einheitlichen Gang vereinigen. Auch kann der Kanal am Anfang und Ende einheitlich, in der Mitte durch Auftreten einer Scheidewand ge-

spalten sein. Zwischen den zwei Kanälen kommen häufig leitersprossenartige Querverbindungen, zwei bis drei und noch mehr, teils feinere, teils gröbere, vor (Fig. 33, *m*). Nur bei den zwei oberen Schneidezähnen und dem Eckzahn ist der Kanal stets einfach, an den anderen Zähnen beträgt die Häufigkeit der Teilung nach Heß: P_1 sup. 80%, P_2 sup. 44%, M_1 und M_2 sup. (mesiale Wurzel) 58·5%, M_3 sup. (mesiale Wurzel) 20%, I_1 und I_2 inf. 37·6%, C inf. 43%, P_1 inf. 2·3%, P_2 inf. 7·5%, M_1 und M_2 inf. (mesiale Wurzel) 82%, M_3 inf. 13%. Wie ersichtlich, ist die Verdopplung des Kanals am häufigsten im oberen ersten Prämolar und in der bukkomesialen Wurzel des ersten und zweiten unteren Molars, recht häufig ist sie noch in der mesialen Wurzel des oberen ersten und zweiten Molars, im oberen zweiten Prämolar, in dem unteren Caninus und den unteren Schneidezähnen, selten in den unteren Prämolaren und in der mesialen Wurzel der oberen und unteren Weisheitszähne. Im jungen Zahn ist der Kanal stets einfach, erst allmählich leitet sich die Trennung durch Dentinablagerung längs des mittleren verjüngten Teiles des flach gedrückten Kanals ein. So fand Heß z. B. am zweiten oberen Prämolar den Kanal an den Zähnen 15- bis 20jähriger Individuen immer einfach, während zwischen dem 20. und 50. Jahre die Häufigkeit der Spaltung 44% betrug.

2. Ein ganz gewöhnlicher Fall ist, daß sich der Kanal unmittelbar an seiner apikalen Mündung in der Zementkappe der Wurzelspitze in zwei oder seltener drei divergierende Äste gabelt, die mit besonderen Öffnungen an der Oberfläche münden. Häufiger noch als eine gleichmäßige Bifurkation ist der Fall, daß der Kanal dicht an der Spitze einen kurzen, etwas dünneren Nebenast schief zur Oberfläche entsendet (»apikaler Nebenast«). Hauptmündung wie Nebenmündung liegen gewöhnlich am Grunde je einer ganz seichten trichterförmigen Einziehung der Wurzelspitze. Die Frequenz dieser Gabelung stellt sich nach eigenen Befunden in Prozenten wie folgt dar: Oberzähne: I_1 7, I_2 26, C 25, P_1 36, P_2 70, M_1 mes. 30, dist. 6, lingu. 15, M_2 mes. 43, dist. 15, lingu. 10, M_3 mes. 30, dist. 5, lingu. 15. Unterzähne: I_1 9, I_2 25, C 39, P_1 34, P_2 46, M_1 mes. 26, dist. 10, M_2 mes. 34, dist. 7, M_3 mes. 5, dist. 8.

3. Von einer eigentlichen »apikalen Ramifikation« kann man nur in jenen immerhin etwas seltenen Fällen reden, wo sich der Kanal im Bereich der Spitze büschelförmig in 5—8 divergierende Äste zerspaltet, durch deren Ausmündungen die Wurzelspitze ein geradezu siebartiges Aussehen erhält. Die Ästchen zeigen manchmal einen unregelmäßigen, geknickten Verlauf und tauschen auch hin und wieder Anastomosen miteinander aus. An den von mir bisher untersuchten 923 Zähnen traf ich dieses Verhalten nur in 14 Fällen (1·5%) in ausgesprochener Form an, und zwar je einmal im unteren Caninus (Fig. 33), in der Palatinalwurzel des M_1 sup., in der Distal-

wurzel des M_1 inf. und in der Mesialwurzel des M_3 inf., zweimal im unteren P_1 und in der Palatinalwurzel des oberen M_2 und je dreimal im oberen P_2

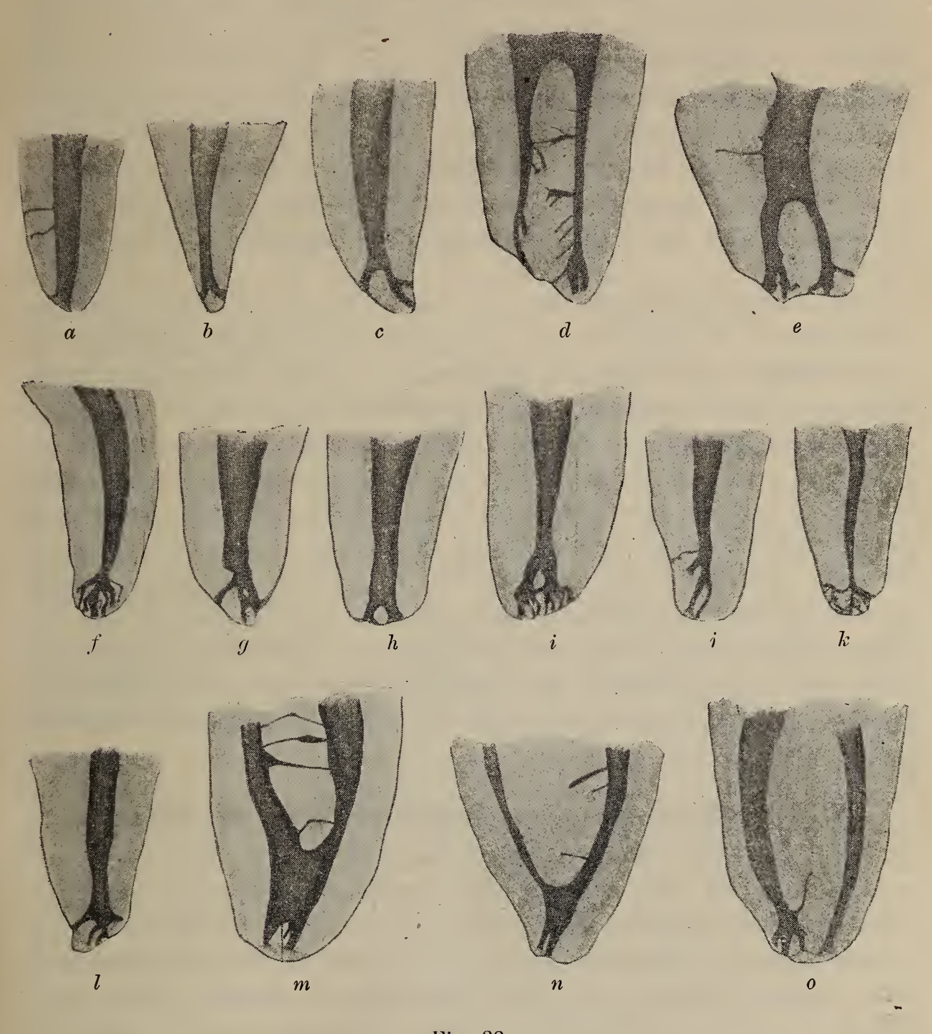


Fig. 33.

Verästlungen des Wurzelkanals. Nach Präparaten, die nach der auf S. 110 beschriebenen Methode hergestellt wurden. $a = I_1$ sup. Junger Zahn mit weitem Kanal; zwei Markkanäle. $b =$ C. sup. Apikaler Nebenast. $c =$ C. sup. Zwei apikale Nebenäste. $d = P_1$ sup. Zwei Kanäle, die sich weiter oben vereinigen, mit Queranastomosen, Markkanälen und Endgabel an der Wurzelspitze. $e = P_2$ sup. Zwei sich weiter oben vereinigende Kanäle mit Endgabel und einem Markkanal. $f =$ Palatinale Wurzel des M_1 sup. Apikale Ramifikation des Wurzelkanals. $g = I_1$ inf. Zwei apikale Nebenäste. $h = I_2$ inf. Endgabel. $i =$ C. inf. Apikales Endbüsche (Ramifikation). $j = P_1$ inf. Apikale Nebenäste und ein Markkanal. $k = P_2$ inf. Apikale Ramifikation. $l = P_2$ inf. Drei apikale Nebenäste. $m =$ mesiale Wurzel des M_1 inf. Der Kanal entspringt an der Wurzelspitze mit zwei Öffnungen, wird aber bald einheitlich, um dann wieder in zwei Gänge auseinander zu weichen, zwischen denen vier Querverbindungen sichtbar sind. $n = M_2$ inf., mesiale Wurzel. Verhalten der Kanäle wie bei m, nur statt der Verbindungskanäle Markkanäle. $o =$ Zwei getrennte Kanäle, an einem davon apikale Nebenäst und Markkanal.

und in der Mesialwurzel des oberen M_2. Die unter 2 und 3 beschriebenen Nebenkanäle enthalten wohl kleine Blutgefäßästchen, die, von der im Kanal verlaufenden Strecke der Vasa dentalia entspringend, unter Durchsetzung der apikalen Zementkappe oder schon des apikalen Dentingebietes mit den Gefäßen der Wurzelhaut in Verbindung treten. Die apikalwärts geneigte Richtung der Nebenkanäle läßt darauf schließen, daß diese Verbindungsäste hauptsächlich Venen sind. Schon 1880 hat de Saran diese kürzlich auch durch Schweitzer bestätigten transradikularen anastomotischen Äste nachgewiesen, und so kann eigentlich der erstgenannte Autor als der Entdecker der apikalen Nebenäste und Ramifikationen des Wurzelkanals gelten.

4. Am eigenartigsten sind die von G. Fischer (1907) entdeckten »Markkanäle«. Es sind das ganz feine Seitenreiser des Wurzelkanals, die in verschiedener Entfernung — 3—8 *mm* — von der Wurzelspitze rechtwinklig vom Kanal ausgehen, um unter gestrecktem Verlauf und unverästelt Dentin und Zement zu durchsetzen und an der Oberfläche der Wurzel zu münden (Fig. 33 *a*, *d*, *n*). Ich fand sie in einer Häufigkeit von 2 bis 35% vor. Bei der Lupenuntersuchung des mit Gelatine gefüllten, durchsichtig gemachten Zahnes scheint ein Teil dieser Kanälchen die Oberfläche nicht zu erreichen; dies ist Täuschung, es sind das nämlich die Markkanäle, die an der dem Beobachter zugekehrten oder von ihm abgewendeten Fläche des Zahnes münden. Was diese Kanäle enthalten, ist nicht leicht zu sagen. Sie sehen nicht wie Gefäßkanäle aus; möglicherweise sind es unverkalkt gebliebene, durch weiche Grundsubstanz oder Bindegewebsbündel ausgefüllte Spalten der Hartgewebe.

Altersveränderungen des Hohlraumsystems des Zahnes.

Aus dem früher Gesagten ergibt sich, daß nach den Untersuchungen von Fischer und Heß der Wurzelkanal Altersveränderungen unterliegt, indem sich eine kontinuierliche Verengerung desselben, die schließlich fast zur vollkommenen Obliteration führt, und vom 40. Jahre an ein Schwund seiner apikalen Nebenäste und feinen Seitenreiserchen einleitet. Noch augenfälliger sind diese Veränderungen an der Pulpakammer, hier stellen sie sich aber nicht erst als senile oder präsenile Erscheinungen ein, sondern bilden einen normalen biologischen Vorgang, der sich schon bald nach dem ersten Erscheinen des Zahnes feststellen und während des ganzen Lebens als kontinuierlicher verfolgen läßt. Es handelt sich um einen ununterbrochen vor sich gehenden, wenn auch sehr langsamen Anbau von Dentingewebe von seiten der oberflächlichen Schichten der Pulpa an der Innenseite der Wandung des Zahnes. Wir haben ein eklatantes Beispiel dafür, wie schwer sich manchmal im Organismus progressive und

regressive Vorgänge gegeneinander abgrenzen lassen, denn während die inneren Dentinablagerungen im jugendlichen Zahn noch in den Kreis des normalen Ausbaues des Zahnes gehören, nimmt dieser Dentinanbau, der schließlich einem Selbstmord der Pulpa gleichkommt, unmerklich den Charakter eines regressiven, senilen Vorganges an. Ob wirklich, wie angenommen wird, der Kaudruck das auslösende Moment für diese Proliferation ist, oder ob es sich nicht vielmehr um einen spontanen Akt des Lebensprozesses des Zahnes handelt, scheint mir nicht so ganz sicher ausgemacht; es müßten erst daraufhin besonders solche Zähne älterer Individuen untersucht werden, welche durch frühzeitiges Entfernen ihrer Antagonisten in geringerem Maße als ihre Nachbarn mechanischen Einwirkungen während des Lebens ausgesetzt gewesen waren. Die Neubildung geht natürlich auf Kosten des Pulparaumes, der entsprechend eingeengt wird, so weit, daß zuletzt kaum ein feiner Rest oder überhaupt nichts mehr davon übrigbleibt. Der Vorteil dieser Erscheinung ist augenscheinlich, denn es wird dadurch einerseits die durch die Abnutzung verursachte Schwächung des Zahnes wettgemacht, anderseits bei tiefgehender Usur einer Eröffnung des Pulparaumes mit nachfolgendem Gangrän der Pulpa vorgebeugt. Hierauf weisen die Bezeichnungen des neugebildeten Dentingewebes als Ersatzdentin und Schutzdentin hin.

Die erste genaue Untersuchung über die Art und das Maß dieser Verengerung verdanken wir Szabó[1]. Nach den Untersuchungen dieses Autors läßt sich eine seitliche Einengung des Cavum pulpae nur bis zum 17. Jahre nachweisen, dagegen schreitet in senkrechter Richtung der Prozeß während des ganzen Lebens unausgesetzt fort, so daß der Hohlraum breiter und niedriger wird; am ersten Molar z. B. verkürzt sich das Cavum zwischen dem 17. und 60. Jahr um ein Millimeter. Nur im Bereich des Zahnhalses findet auch eine Seitenzunahme des Dentins statt. Die Untersuchungen von Trueb[2] sind an einem viel größeren Material angestellt. Auch Trueb fand einen Unterschied nach der horizontalen und senkrechten Richtung in ähnlichem Sinn wie Szabó, doch wird nach seinen Befunden die Zahnkammer auch in horizontaler Richtung beständig bis ins hohe Alter schmäler, wenn auch nicht in dem Maße wie in der Längsrichtung des Zahnes. So läßt sich z. B. am zweiten unteren Molar vom 14. bis zum 62. Jahr eine Abnahme des Pulparaumes in mesial-distaler Richtung um 0·486 *mm*, in senkrechter dagegen um 1 *mm* feststellen; natürlich verdickt sich um ebensoviel die Wandung, aber nicht zu gleichen Anteilen an den beiden Seiten,

[1] J. Szabó, Die Größenverhältnisse des Cavum pulpae nach Altersstufen. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrgang XVI, 1900, S. 12.

[2] K. Trueb, Größenverhältnisse des Cavum pulpae nach Altersstufen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrgang 27, 1909, S. 401.

sondern an der einen Seite stets stärker als an der gegenüberliegenden, wodurch sich der Mittelpunkt des Pulpahohlraumes ein wenig verschiebt.

Als Altersveränderung wird im allgemeinen auch das Auftreten von sogenannten Dentikeln in der Pulpa aufgefaßt. Es sind das kleine, mitten im Pulpagewebe isoliert auftretende Knötchen von regelmäßiger oder unregelmäßiger Dentingewebstruktur. Fleischmann (1908) unterscheidet wandständige und freie Dentikel, auch kann man niederer und höher organisierte unterscheiden: die ersteren sind homogene Kalkklumpen, letztere weisen typische Dentinstruktur auf mit Kanälchen und anliegenden Odontoblasten. Doch handelt es sich hier keineswegs um eine regelmäßige Erscheinung, sondern um sporadische, halb und halb schon pathologische Bildungen.

Abnormitäten in der Zahl der Zähne.

Sowohl angeborne Unterzahl wie Überzahl der Zähne kommt vor. Die Unterzahl ist nur eine scheinbare, wenn sie auf Retention, das heißt auf Zurückhalten der Zahnanlage in den Kiefern beruht, bei der wirklichen Unterzahl handelt es sich um totale Agenesie, das heißt um das Fehlen jeglicher Anlage des Zahnes, was sich am Lebenden mit Hilfe der Röntgenuntersuchung feststellen läßt. Häufig ist die Retention mit mehr oder weniger vollkommener Inversion des Zahnes verbunden, wie in dem in Fig. 34 dargestellten Fall. Ein retinierter Zahn kann in späteren Jahren, wenn die ihm den Weg versperrenden Zähne ausgefallen oder entfernt worden sind, noch zum Durchbruch kommen. Am häufigsten ist die Retention des Eckzahnes und der Weisheitszähne. Beim oberen lateralen Schneidezahn kommt Retention nach Dependorf kaum jemals vor, fehlt der Zahn, was kein gerade seltener Fall ist, so handelt es sich zumeist um ein vollkommenes Ausbleiben der Zahnanlage. Auch die anderen Zahngattungen können kongenital fehlen, es ist sogar schon totaler angeborner Mangel sämtlicher Zähne, röntgenologisch festgestellt, beobachtet worden (Wisting 1912). In beiden Abnormitäten — Retention wie Agenesie — läßt sich das Walten der Erblichkeit nachweisen; beide kommen auch am Milchzahngebiß vor, jedoch viel seltener als am Dauergebiß. Oftmals wird angeborner Zahnmangel mit anderen Abnormitäten, z. B. mit Hypo- oder Hypertrichose, zusammen beobachtet. Auch kongenitale Syphilis soll in manchen Fällen mit Unterzahl der Zähne einhergehen.

Überzahl beobachten wir weitaus am häufigsten an den Schneidezähnen, dann folgen die Molaren, darnach die Prämolaren, am seltensten ist sie beim Eckzahn, ist aber auch hier schon verschiedentlich mit Bestimmtheit festgestellt worden, im bleibenden sowohl wie im Milchgebiß. Im allgemeinen sind überzählige Zähne häufiger im Oberkiefer als im Unter-

kiefer. Mit Busch (1886) unterscheidet man unter den überzähligen Zahngebilden Zapfen-, Höcker- und Supplementärzähne, wozu noch die von Baume und Zuckerkandl beschriebenen schmelzlosen, stiftchenförmigen Zahnrudimente, besonders im Bereich der Prämolarzähne, hinzukommen. Die Zapfen- oder Stiftzähne (Emboli) sind kleine kegelförmige Gebilde; die Höckerzähne sind schon etwas größer, ohne die Größe normaler Zähne zu erreichen, sie haben eine unregelmäßige höckrige Kaufläche mit dütenförmiger Einziehung, die Supplementärzähne sind normal gebaute überzählige Zähne. Eine andere Unterscheidung stützt sich darauf, ob der überzählige Zahn in der normalen Zahnreihe steht oder einen ektopischen Standort aufweist; letzteres ist der weitaus häufigere Fall. Ein überzähliger Zahn kann zugleich auch retiniert sein und mit Wegfall der Hindernisse erst im höheren Alter hervortreten; es sind das die Fälle »dritter Dentition«, wovon in letzter Zeit mehrere beglaubigte Fälle veröffentlicht worden sind (Kerstling 1904, Mayrhofer 1912, 1916). Im Kerstlingschen Fall ließen sich außer dem extrahierten Zapfenzahn auf dem Röntgenschirm noch fünf weitere überzählige im Kiefer verborgene Emboli nachweisen.



Fig. 34.
Symmetrische Retention mit Inversion der beiden unteren Eckzähne.

Mit Scheff u. a. stehe ich auf dem Standpunkt, daß man von einer eigentlichen dritten Dentition nur in dem Falle reden dürfe, wenn nicht nur ein isolierter Zahn, sondern eine ganze Reihe von Zähnen nach Wegfall der Zähne der zweiten Dentition typisch hervortreten würde. Dafür ist aber meines Wissens nach kein Beispiel bekannt.

Die Dentes supernumerarii des bleibenden Gebisses haben keine Vorgänger im Milchgebiß. Manche rechnen auch die »Schmelzperlen« (Fig. 35), wie sie besonders am oberen Weisheitszahn nicht selten vorkommen, zu den überzähligen Zahngebilden.

Zapfenzähne kommen nur im Oberkiefer vor, hier sind sie häufiger als die Supplementärzähne, die überzähligen Zähne des Unterkiefers sind stets vollentwickelte Zahngebilde. Auch im Milchgebiß sind schon überzählige Zähne, und zwar bei allen Zahnkategorien, beobachtet worden, zumeist Supplementärzähne. Zapfenzähne sind bisher nur in zwei Fällen (Riesenfeld, Mayrhofer) im Milchgebiß registriert. Das Erscheinen überschüssiger Zähne wurde früher allgemein (Baume, Magitot, Virchow,

Rosenberg, Wallisch u. a.) und rückhaltlos als Atavismus gedeutet, als Rückschlag auf die Zustände bei den zahnreicheren Vorfahren der Primaten. In den letzten Jahrzehnten hat sich allmählich eine Reaktion gegen dieses Erklärungsprinzip geltend gemacht, die sich bei mehreren Autoren (Dependorf 1907, Black 1910, Osburn 1912 u. a.) zum völligen Ablehnen der atavistischen Theorie für jeden überzähligen Zahn, ob Stiftzahn oder vollentwickelter Zahn, gesteigert hat, während die neuesten Autoren (Adloff, Bolk) für einen Teil der Fälle — aber nur für einen Teil — den Atavismus zugeben und so gewissermaßen einen Mittelweg zwischen den zwei Extremen einhalten. So sagt Adloff[1]: »Überzählige Zähne entstehen aus verschiedenen Ursachen, gelegentlich mag wohl auch einmal Atavismus vorliegen, in der Mehrzahl der Fälle kommen aber andere Ursachen in Frage.« Bolks Worte sind[2]: »Gewiß sind nicht alle überzähligen Zähne als Rückschlagserscheinungen zu deuten, doch der Standpunkt, daß es sich bei der Zahnvermehrung um ganz regellose Erscheinungen handelt, scheint mir ebenso verwerflich. Es muß gerade Aufgabe sein, zu unterscheiden, in welchen Fällen es sich um ein Wiedererscheinen eines verlorengegangenen Elements des Gebisses handelt und in welchen Fällen die Erklärung in anderer Weise gesucht werden muß.«



Fig. 35.
Schmelzperle im M_3 sup. sin. Wurzelspitzen abgebrochen.

Die wichtigsten Einwände gegen die Rückschlagstheorie sind folgende: 1. Es kann auch der Eckzahn verdoppelt sein (Scheff, Bastýř, Zilz, Selenka, Stettenheimer), während kein Säugetier, weder ein rezentes noch ein fossiles, mit mehr als einem Eckzahn bekannt ist. 2. Die überzähligen Zähne erscheinen oft in der typischen hochdifferenzierten Form ihrer Nachbarzähne, obwohl, wie z. B. bei einem vierten Molar oder einem vierten Inzisiv, der Rückschlag nur auf sehr weit zurückliegende primitive Formen zurückgeführt werden könnte, auf Formen, die eine einfachere, jedenfalls aber eine andere Kronenstruktur aufweisen. Würde es sich um Atavismus handeln, so müßte der Zahn in seiner Originalgestalt auftauchen, und nicht in der Weise etwa, als wenn in einer spiritistischen Séance der Geist des Neandertaler Urmenschen in moderner Kleidung erscheinen würde. 3. Bei der Annahme des Atavismus wäre zu erwarten, daß der Rückschlag am häufigsten auf die dem Menschen noch verhältnismäßig am nächsten stehenden, mit einer größeren Zahl von Zähnen als der

[1] P. Adloff, Einige Bemerkungen über die überzähligen Zähne in der Schneidezahngegend des Menschen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1918, S. 4.

[2] L. Bolk, Odontologische Studien II. Die Morphologie der Primatenzähne. Jena 1914, S. 47.

Mensch versehenen Formen gerichtet ist. Das wären die amerikanischen Affen und Halbaffen, die drei Prämolarzähne besitzen. Mit anderen Worten: die häufigste Form der Überzahl der Zähne müßte die Vermehrung der Prämolarzähne sein. Dem ist nun aber nicht so, überzählige Bicuspides sind ziemlich selten, bedeutend seltener als überzählige Schneide- und Mahlzähne.

Man hat verschiedentlich versucht, diese Einwände zu entkräften, aber mit fraglichem Erfolg. Als allgemeines Prinzip der Erklärung kann demnach auch meiner Meinung nach der Atavismus nicht in Frage kommen. Wohl aber würde ich es auch für zu weitgehend halten, dieses Prinzip hier vollkommen auszuschalten. Wenn z. B. ein dritter regelrechter Prämolar hinter dem zweiten erscheint, so ist die Ähnlichkeit mit dem Verhalten bei Platyrrhinen und Halbaffen so augenscheinlich, daß sich hier der Gedanke einer Widerspiegelung stammesgeschichtlich durchlaufender Formen nur schwer von der Hand weisen läßt.

Für vollkommen ausgeschlossen halte ich die atavistische Erklärung für solche Fälle, wo die Überzahl ausgesprochen »schizogenen« (Bolk) Ursprunges ist, das heißt wo es sich augenscheinlich um ein Spaltungsprodukt eines normalen Zahnes handelt. Solche Zähne werden durch alle Übergänge mit den Zwillingszähnen verbunden.

Die mechanischen Theorien zur Erklärung des Entstehens der überzähligen Zähne befriedigen nur wenig. Eine wirkliche Erklärung kann man weder in der Theorie der mechanischen Abspaltung aus dem Zahnkeim (Busch) noch in der Überproduktivität der Zahnleiste (Dependorf) oder der Sprossenbildung des Stieles des Schmelzorgans (Kollmann, Respinger, Mayrhofer) finden. Alle diese Theorien sind hauptsächlich nur Umschreibungen des Tatbestandes. Wir wissen hier ebensowenig Bescheid wie bezüglich der Ursachen vieler anderweitiger Doppelbildungen, wie etwa der Schizodaktylie oder Hyperdaktylie.

VII. Beschreibung der einzelnen Zähne.

Schneidezähne.

Die Schneidezähne (Dentes incisivi, Incisores) besitzen eine meißelförmige, sich vom Hals nach der Schneidekante hin verbreiternde und zugleich zuschärfende Krone. Am massivsten ist der Zahn an der Basis der Krone, das heißt an deren unmittelbar an den Hals grenzendem Teil. Eine einfache, schlanke Wurzel, bei den oberen Schneidezähnen, besonders dem medialen, von annähernd rundem, bei den unteren von mesio-distal flachgedrücktem Querschnitt, sichert den Sitz des Zahnes in der Alveole.

Die kaurandwärts divergierenden Seitenränder der Krone sind bei den oberen Zähnen leicht gewölbt, besonders der laterale Rand, bei den unteren fast geradlinig. Die Labialfläche ist konvex nach beiden Richtungen, von rechts nach links wie von oben nach unten. Am Kaurand bemerkt man an den eben erst durchgebrochenen Zähnen, den oberen wie den unteren, zwei kleine Einkerbungen, wodurch drei winzige abgerundete Vorsprünge (Tubercula marginalia), ein kleinerer mittlerer und zwei etwas breitere seitliche, voneinander geschieden werden. Sie gehen aber sehr bald durch Abschleifen verloren, nur bei jener abnormen Form der Okklusion, bei der die oberen und unteren Schneidezähne bei geschlossenen Kiefern in weitem Abstand voneinander stehen (offener Biß, Hiatodontie), können sie längere Zeit oder gar zeitlebens erhalten bleiben. Für ihre Beobachtung eignen sich daher am besten frisch durchgebrochene oder noch in der Alveole steckende Zähne. Der eine oder andere seitliche Vorsprung kann noch weiter in zwei oder drei kleinere Zacken zerfallen, so daß der Kaurand wie gezähnelt (kreneliert) aussieht. Seichte senkrechte Furchen ziehen an der labialen Kronenfläche ungefähr von der Mitte ihrer Höhe zu den beiden Einkerbungen hin. Die Schmelzgrenze ist an der vorderen wie an der hinteren Seite zervikalwärts gerundet.

Die Seitenflächen der Krone bilden schmale gleichschenklige Dreiecke mit zervikaler Basis, der Schmelzüberzug schließt hier V-förmig gewölbt gegen die Krone ab, entsprechend der Ansatzlinie der Interdentalpapille.

Die linguale Fläche ist leicht schaufelförmig ausgehöhlt, besonders an den oberen Schneidezähnen. Sie wird durch zwei niedrige Randwülste, Cristae marginales (Limbus dentis, Zuckerkandl) umsäumt, die eine seichte Vertiefung, die Fovea dentis, zwischen sich fassen und sich an der Basis der Krone, gleich einem Gewölbe, in einem breiten, niedrigen Hügel, dem Basalhöcker, Tuberculum dentale (seu basale), vereinigen. Das Tuberculum kann senkrecht gespalten sein; die Trennungsfurche setzt sich manchmal auch auf die Wurzel fort.

Als Varietät tritt uns manchmal an den Schneidezähnen eine außergewöhnlich starke Entwicklung des Tuberculum entgegen, welches mehr oder weniger als besonderes zapfenförmiges Gebilde der Lingualfläche hervorragen und durch Fortsetzung seiner seitlichen Grenzfurchen oder nur einer davon auf die Wurzel den Eindruck eines an der Zungenseite an den Zahn angewachsenen rudimentären zweiten Zahnes hervorrufen kann. Einen solchen Fall hat Schwalbe[1], allerdings an einem Milchincisivus, sehr genau

[1] G. Schwalbe, Über eine seltene Anomalie des Milchgebisses beim Menschen und ihre Bedeutung für die Lehre von den Dentitionen. Morphologische Arbeiten Bd. III, 1894, S. 491.

beschrieben, doch ist seine Deutung, derzufolge es sich um die Verwachsung der Krone des Milchzahnes mit der seines Ersatzzahnes handle, nicht stichhaltig. Richtig, nämlich als abnorm stark entwickeltes Tuberculum, wird die Varietät von Magitot, Zuckerkandl, Busch, Schwerz u. a. beurteilt. Bolk[1] faßt die Varietät als stärkeres Hervortreten seines »Deuteromers« auf, worauf an einer späteren Stelle näher eingegangen werden soll. Am häufigsten scheint die Varietät am oberen seitlichen Incisivus zu sein. An diesem wurde sie auch neuerdings von Riha[2] beobachtet.

Die oberen Schneidezähne stehen in geringerem oder stärkerem Maße schief nach vorn gerichtet, die unteren senkrecht oder nur ganz leicht nach vorn geneigt. Erstere gehören jenem Teil des Oberkieferknochens an, der auf embryologischer und vergleichend-anatomischer Grundlage als Zwischenkiefer vom übrigen Teil des Knochens abgesondert wird. Starke Schiefstellung der Oberzähne wird als Prosodontie (Prodentie) bezeichnet.

Von den oberen Incisivi ist der mediale der stärkere, überhaupt der stärkste Schneidezahn und wegen seiner zentralen und exponierten Lage sozusagen der Paradezahn des Gebisses. Der viel kleinere laterale ist ein »regressives« Zahnindividuum, an dem sich häufig Zeichen einer Rückbildungstendenz erkennen lassen, so seine verhältnismäßig häufige abnorme Kleinheit, sein völliger Mangel, seine Mißgestaltungen und Stellungsanomalien. Die unteren Schneidezähne sind viel kleiner als die oberen, auch als der laterale, hier ist der laterale der stärkere, doch ist der Größenunterschied zwischen den beiden Incisivi bei weitem nicht so ansehnlich wie zwischen oberem I_1 und I_2. Außer den Durchmessern der Krone wird dies auch durch die Gewichtsverhältnisse illustriert. Als mittleres Gewicht der Schneidezähne dreier jugendlicher Individuen männlichen Geschlechts aus den zwanziger Jahren ergaben sich folgende Zahlen:

$$I_1 \text{ sup.} = 1{\cdot}16\,g, \quad I_2 \text{ sup.} = 0{\cdot}74\,g,$$
$$I_1 \text{ inf.} = 0{\cdot}52\,g, \quad I_2 \text{ inf.} = 0{\cdot}65\,g.$$

Nehmen wir das Gewicht des schwächsten Incisivus, des I_1 inf., als Einheit, so sind die Verhältniszahlen für die übrigen: I_2 inf. 1·25, I_2 sup. 1·42, I_1 sup. 2·23. Der obere mediale Schneidezahn ist also mehr als doppelt so schwer als der untere mediale.

Anomalien in der Zahl der Schneidezähne kommen besonders im Oberkiefer vor. Unterzahl beruht hauptsächlich auf dem Fehlen des late-

---

[1] L. Bolk, Die überzähligen oberen Incisivi des Menschen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 35, 1917, S. 185.

[2] F. G. Riha, Über eine zapfenartige Umformung des Tuberculum dentale und dadurch vorgetäuschte Zwillingszahnbildung. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 29, 1911, S. 40.

ralen oberen Incisivus. Röse gibt hierfür als Häufigkeit für Schweden 5·9%, für Mitteldeutsche 2·3—3·6%, für Griechen 1·4%, für außereuropäische Rassen nur 1·1% (Melanesier 0·6%, Polynesier 1·0%, Malaien 1·9%) an. Hillebrand[1] stellte an 4100 rezenten Europäerschädeln eine weitaus geringere Zahl, 0·56%, Schwerz an frühmittelalterlichen Alemannenschädeln 1% fest. Erscheint der Zahn nicht, so soll er nach Dependorf meist auch nicht angelegt sein. Im Milchgebiß ist die Reduktion viel seltener.

Von allen Formen der Überzahl der Zähne ist die Vermehrung der Schneidezähne die häufigste, sie betrifft besonders die oberen Incisivi. Von den 84 Fällen Buschs gehören 74 hierher. Gleichwohl ist die Häufigkeit der Abnormität nicht sehr groß; sie beträgt nach Röse 0·23%. Der überzählige Incisivus erscheint in einem Teil der Fälle als regelrechter I_3 oder als Zapfenzahn an der lateralen Seite des I_2, eingeschaltet zwischen diesen und den Eckzahn, häufiger ist noch die merkwürdige Abnormität, daß sich mitten zwischen den beiden sehr auseinander gedrängten medialen oberen Schneidezähnen ein zapfenförmiges Zahngebilde findet. Bolk[2] nennt diesen Schaltzahn, von dem ich in Fig. 36 ein charakteristisches Exemplar vorstellen kann, Mesiodens. Es können auch symmetrisch zwei solche Mesiodentes vorhanden sein, häufiger allerdings sitzen die betreffenden medianen überzähligen Zähne ektopisch (oder, wie manche sagen, »entopisch«) am Gaumen. Auch zwischen den beiden normalen Schneidezähnen kann das überschüssige Zahnelement seinen Sitz haben.



Fig. 36.

„Mesiodens": überzähliger Stiftzahn zwischen den beiden oberen mittleren Schneidezähnen. Aus der Sammlung des I. anatomischen Instituts in Budapest.

Oberer medialer Schneidezahn.

Die kräftige, breite, flache Krone bildet ein charakteristisches Merkmal dieses Zahnes. Der Zahn ist schief in den Oberkiefer eingepflanzt,

[1] E. Hillebrand, Beiträge zur Morphologie der Zähne des Menschen. Aus dem Anthropologischen Institut der Universität Budapest. Budapest 1908 (ungarisch). Ein ausführlicher deutscher Auszug findet sich in der Pester medizinisch-chirurgischen Presse, Jahrgang 1908.

[2] L. Bolk, Die überzähligen oberen Incisivi des Menschen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 35, 1917, S. 185.

dies der Grund, daß, obwohl der obere Alveolarrand in der Mitte senkrecht über dem unteren steht, die Kronen der oberen Schneidezähne — auch des lateralen — doch etwas vor die Schneidekanten der unteren, mehr senkrecht stehenden Incisivi vorgreifen. Noch stärker wäre der Schiefstand der Krone, würde sie genau in einer Flucht mit der Wurzel stehen, letztere richtet sich aber im Vergleich zur Krone noch schiefer nach hinten, so daß zwischen den Achsen der beiden ein sehr geringer, nach hinten offener stumpfer Winkel zustande kommt, den man, da er bei der Betrachtung von der Seite sichtbar ist, als Profilwinkel des Zahnes bezeichnen kann. Mühlreiter[1] gibt 16° als dessen Betrag an, womit der Winkel zwischen der verlängerten Lippenfläche der Krone und der Wurzelachse gemeint ist. Ist der Winkel abnorm groß[2], so kann man von einer »Lordose« des Zahnes reden. Als »kyphotisch« würde man einen Zahn zu bezeichnen haben, bei dem Krone und Wurzel einen nach vorn offenen Winkel miteinander bilden, ein Fall, der, wenn auch selten, ebenfalls vorkommt (Fig. 37). Die Labialfläche hat in der Nähe des nach dem Hals zu konvexen, leicht lippenförmig hervortretenden Schmelzrandes ihre stärkste Wölbung, besonders von oben nach unten, weiter unten wird die Wölbung viel geringer, ja manchmal erscheint der Hauptteil der Krone ganz flach. Betrachtet man die Krone von der Schneidekante her, so bemerkt man, daß die Querwölbung der Zungenfläche in der medialen Hälfte etwas stärker hervortritt als in der lateralen. Es ist dies Mühlreiters »Krümmungsmerkmal«, das mir an diesem Zahn aber nicht ganz beständig zu sein scheint. Jedenfalls kann man zur Differentialdiagnose, ob ein rechter oder linker oberer medialer Schneidezahn vorliegt, bei den Schneidezähnen nicht viel damit anfangen.



Fig. 37.
Kyphotischer oberer medialer Schneidezahn. Sammlung der Budapester Stomatologischen Universitätsklinik.

Viel wichtiger in dieser Hinsicht ist das »Winkelmerkmal«, das heißt der Unterschied in der Beschaffenheit des medialen und des lateralen Winkels der Schneidekante. Medial ist dieser gut ausgeprägt, er beträgt etwa 90°; lateral gehen unterer und Seitenrand leicht abgerundet ineinander über; schon vom lateralen Viertel des Kaurandes an erhebt sich die Linie allmählich, um bogenförmig in den lateralen Rand der Krone einzulenken. Letzterer Rand ist etwas gewölbter als der mediale. Am jugendlichen Zahn sieht man zwei unscheinbare Furchen in der unteren Hälfte der Krone zu den das mittlere Tuberculum marginale begrenzenden Einkerbungen hinziehen, einen flachen senkrechten Wulst zwischen sich fassend.

[1] E. Mühlreiter, Anatomie des menschlichen Gebisses. 3. Aufl., Leipzig 1912.
[2] Siehe z. B. Fig. 8 bei Mayrhofer, Lehrbuch der Zahnkrankheiten. Jena 1912.

Die schmalen, länglichen, dreieckigen Berührungsflächen grenzen sich an der Basis mit einem V-förmigen, mit der abgerundeten Spitze kaurandwärts gerichteten Schmelzrand ab. Das V ist etwas unsymmetrisch, indem sich seine tiefste Stelle nicht gerade in der Mitte des labio-lingualen Durchmessers, sondern ein klein wenig mehr nach vorn davon befindet. Der Schmelzrand liegt beiderseits in gleicher Höhe. Die distale Berührungsfläche ist in der Regel etwas gewölbter als die mediale.

Die Zungenfläche zeigt individuelle Verschiedenheiten, besonders im Grad ihrer Aushöhlung. Die leicht wallartig erhöhten Seitenränder verbinden sich zervikalwärts im Tuberculum dentis, dem dicksten Teil des Zahnes, und umfassen eine nach oben halbkreisförmig, seltener spitzbogenartig abgegrenzte seichte Vertiefung, die Fovea dentis, die sich in ihrer unteren, tiefsten Abteilung als Quervertiefung präsentiert. Das Tuberculum kann durch eine senkrechte Furche ganz oder nur in seiner unteren Hälfte zweigeteilt sein (Natesform des Tuberculums). Häufiger ist die Varietät, daß der Basalwulst ein kleines Schmelzleistchen oder zwei oder drei solche nach unten entsendet, die über die Vertiefung des Zahnes rippenartig hervortreten, sich aber schon in der mittleren Höhe der Krone verlieren. Als erste Spur solcher »Frenula« ist aufzufassen, wenn der untere Rand des Tuberculums wie ausgezackt erscheint.

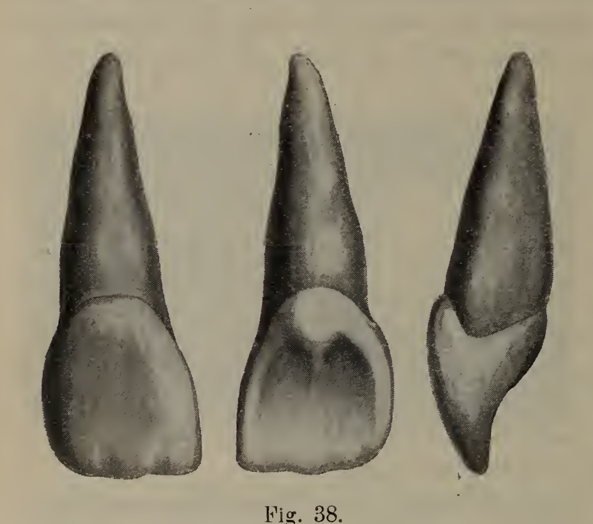


Fig. 38.
Rechter oberer medialer Schneidezahn, von der labialen, lingualen und mesialen Seite gesehen. Vergr. 2.

Über die Gesamtform der Krone wäre noch ein Wort nachzutragen. Verbindet man an der labialen Kronenfläche die Mitte des oberen Schmelzrandes mit der Mitte des freien Randes (Fig. 39), so erhält man die Symmetrielinie der Krone. Diese steht nun nicht genau senkrecht zum freien Rand, sondern läuft deutlich erkennbar schief medianwärts, so daß sie lateral in spitzem, medial in stumpfem Winkel mit der Schneide zusammentrifft (»frontaler Stellungswinkel der Krone«); die Symmetrielinien des rechten und linken Zahnes konvergieren miteinander. Die Wurzel setzt aber diesen schiefen Verlauf nicht genau fort, sondern nähert sich etwas mehr der

senkrechten Richtung; die Folge davon ist, daß sich zwischen der genannten Symmetrielinie und der Achse der Wurzel ein sehr geringer, nach innen offener Winkel, der »Frontalwinkel des Zahnes«, ausprägt und damit im Zusammenhang der Wurzelkontur seitlich geradliniger in den Seitenrand der Krone übergeht als medial. Übermäßige Grade dieser Winkelstellung könnten als »Skoliose« des Zahnes bezeichnet werden. In solchen Fällen fassen die schiefstehenden Kronen der beiderseitigen medialen Incisivi eine breite dreieckige Lücke, ein »Semitrema«, zwischen sich. Von einem vollen Trema (Virchow) reden wir, wenn sich die beiderseitigen medialen Schneidezähne überhaupt nicht berühren.

Die Wurzel ist kegelförmig, schlank, gestreckt, mit etwas abgestumpfter Spitze, die manchmal leicht nach außen gekrümmt ist. Der Querschnitt ist im unteren Teil der Wurzel eher dreieckig zu nennen mit stark abgerundeten Winkeln, einem medialen, lateralen und hinteren, letzterer liegt in der Fortsetzung des Basalwulstes; der labio-linguale Durchmesser überwiegt ein wenig über dem queren; weiter oben wird der Querschnitt rund oder leicht elliptisch in gleichem Sinne. In seltenen Fällen weist der untere dicke Teil der Wurzel zwei unscheinbare Seitenfurchen auf. Zuckerkandl gibt an, daß sich bei gespaltenem Tuberculum die mittlere Furche eine Strecke weit auf die Wurzel fortsetzen kann.

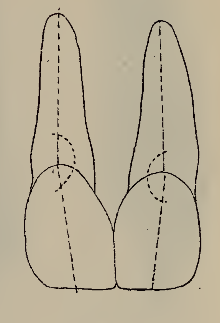


Fig. 39.
Frontalwinkel der oberen medialen Schneidezähne.

Der stets einfache Wurzelkanal beginnt mit einer außerordentlich feinen Öffnung an der Spitze der Wurzel. In 7% der Fälle fand ich eine noch feinere Nebenöffnung. An labio-lingualen Schliffen (Fig. 40*a*) stellt sich der Gesamthohlraum des Zahnes höchst unansehnlich in Form einer lang ausgezogenen schmalen Spindel dar, deren verdickter Teil aber nicht in der Mitte, sondern in der unteren Hälfte der Spindel liegt. Gleich von der Wurzelspitze an sehen wir die Verbreiterung einsetzen; ihre weiteste Stelle erreicht sie an der Grenze zwischen Hals und Krone; von hier an verjüngt sich die Pulpahöhle gegen die Schneide und endet mit einem scharfen Spalt. Nur bei sehr stark entwickeltem Tuberculum dentis kommt ein kleiner eckiger oder abgerundeter Rezeß entsprechend dem Tuberculum zur Beobachtung, manchmal aber fehlt der Rezeß auch in solchen Fällen. Der ganze Hohlraum des Zahnes, Wurzelkanal und Pulpahöhle, läuft auf dem Sagittalschnitt in einer geraden Linie, so daß infolge des vorhin erwähnten Profilwinkels die Verlängerung dieser Linie nicht die Kaukante der mit ihrem unteren Teil zungenwärts abgeknickten Krone schneidet, sondern an der labialen Kronenfläche ausmündet. Am nächsten zur Ober-

fläche kommt die Pulpahöhle mit ihrem untersten zugespitzten Ende, und zwar entsprechend der tiefsten Stelle der Fovea dentis.

Bei der Betrachtung des Hohlraumes an Frontalschliffen, das heißt von der labialen oder lingualen Seite her (Fig. 40*b*), sehen wir, daß sich der sehr symmetrisch in der Längsachse der Wurzel verlaufende Kanal gleich von Anfang an zu erweitern beginnt und gleichmäßig bis zum Hals an Durchmesser zunimmt. Nach einer nicht beständigen leichten Verschmälerung im Halse erfolgt dann eine weitere stärkere Verbreiterung zur Pulpakammer im Bereich der Krone. Die Kammer ist dreieckig, am breitesten an der der Schneide entsprechenden Basis, die außer den beiden Seitenwinkeln oft noch eine dem mittleren Tuberculum marginale entsprechende mediane Zacke aufweist. Die drei kleinen Rezesse, wovon der mediale etwas deutlicher als die beiden anderen ausgebildet zu sein und auch etwas tiefer herunterzureichen pflegt, erhalten sich noch lange, nachdem die drei Vorsprünge der Schneide schon abgenutzt sind. Sie fehlen aber oft, auch bei jugendlichen Individuen. Bei abgekauten Zähnen lagert sich das sekundäre Dentin mit Vorliebe an der lingualen Wand der Pulpahöhle ab und verengt ihren Hohlraum unregelmäßig. Mit dem Alter wird der Kronenteil der Zahnhöhle immer kleiner und kann schließlich aus der Krone vollständig verdrängt werden.

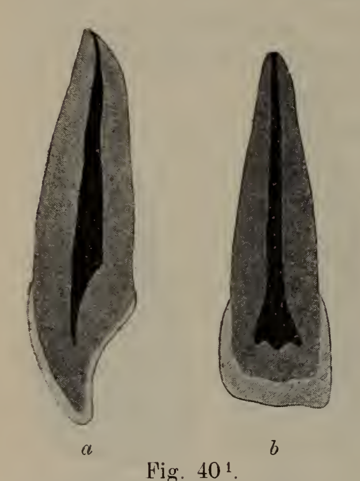


Fig. 40[1].

Oberer rechter Schneidezahn.
a = Sagittalschliff; *b* = Frontalschliff.
Vergr. 2.

Maße des I_1 sup.:[2]

Höhe der Krone an der Lippenfläche	12 *mm*
Breite der Krone am Kaurand	9 *mm*
Dicke der Krone	7 *mm*

[1] Die Figuren, in denen das Hohlraumsystem des Zahnes dargestellt ist, sind nicht als durchscheinend gedachte Zähne aufzufassen, sondern stellen Zahnschliffe etwas schematisiert, mit eröffnetem Hohlraum dar, daher die manchmal absonderlich erscheinende Form des Frontalbildes. Es wurden ihnen nebst eigenen Präparaten die Figuren der Loosschen Arbeit (R. Loos, Topographie der Pulpahöhle usw. Österr.-ungar. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. XXV, 1909, S. 40) zugrunde gelegt.

[2] Diese und die auf den folgenden Blättern für die anderen Zahnkategorien angegebenen Abmessungen sind mit Ausnahme der auf den Weisheitszahn bezüglichen an den Zahnreihen eines einzigen jugendlichen, mittelgroßen männlichen Individuums festgestellt worden. Das Gebiß war vollkommen gesund und zeigte noch kaum eine Spur von Abnutzung; die Zähne standen regelmäßig und machten den Eindruck normaler mittlerer Größe. Da an dem dritten Molaren die Wurzeln noch nicht vollkommen aus-

Länge der Wurzel vestibular . . . . 16 *mm*
Länge der Wurzel approximal . . . . 19 *mm*
Breite des Halses . . . . 7 *mm*
Länge des ganzen Zahnes . . . . 28 *mm*

Die Wurzel ist demnach um ein Viertel länger als die Krone (16 : 12), Verhältnis von Kronen- und Wurzellänge: 1 : 1·33.

Oberer lateraler Schneidezahn.

Der laterale oder »kleine« Schneidezahn ist ein »interessantes« Zahngebilde vermöge der Rückbildungserscheinungen, die an ihm häufiger als an den anderen Zähnen — abgesehen vom oberen Weisheitszahn — wahrgenommen werden, wie abnorme Kleinheit, spitzige oder schmale, abgerundete Form, schräge Stellung der Krone usw., welche Abnormitäten fast immer symmetrisch auf beiden Seiten auftreten. Die rudimentäre Beschaffenheit dieses nach der allgemein verbreiteten Meinung dem Untergang geweihten Zahnes ist in einem Falle auch beim Orang beobachtet worden (Loth 1911). Die vorkommenden Kümmerformen bilden eine zusammenhängende Übergangsserie zu dem vollkommenen Fehlen des Zahnes. Abnorme Kleinheit des Zahnes vergesellschaftet sich oft mit außergewöhnlicher Breite des medialen Schneidezahnes. Außer seinen geringeren Dimensionen unterscheidet er sich von seinem medialen Nachbar auch durch seine schlankere, länglichere Krone und seine von rechts nach links etwas zusammengedrückte Wurzel. Im übrigen folgt er dem Typus des medialen Schneidezahnes.

Die Krone ist länglich, ihre Lippenfläche in querer Richtung etwas stärker gewölbt. Sie steht in der Regel bei der Betrachtung von vorn etwas schiefer als die des I_1, das heißt mit dem unteren Teil mehr medianwärts geneigt, daher der mediale Winkel des Kaurandes spitzer, der laterale stumpfer, abgerundeter ist. Nicht selten ist dieser Schiefstand ungewöhnlich stark ausgeprägt. Der laterale Winkel ist noch abgerundeter als beim großen Schneidezahn. Ab und zu treten uns Fälle mit vollkommener Abrundung und Gleichheit beider Winkel entgegen, wo uns also das Winkelmerkmal als Unterscheidungszeichen zwischen rechts und links im Stiche läßt; die Krone weist in solchen Fällen eine auffallend symmetrische, zarte, gefällige Form auf. Diejenige Form, bei der diese beiderseitige Abrundung so weit

---

gebildet waren, mußten die Maße dieses Zahnes von einem anderen vollkommen reifen Gebiß mit ungefähr gleich großen Zähnen übernommen werden. Meine Zahlen sind durchgehends größer als z. B. die von Dieulafé und Herpin (Anat. de la bouche et des dents, Paris 1909), denen, wie ich aus einer Bemerkung entnehmen zu können glaube, die Abmessungen am Gebiß eines 22jährigen weiblichen Individuums zugrunde gelegt wurden.

geht, daß es in der Mitte des Kaurandes zur Bildung einer förmlichen medianen Spitze kommt, ist schon als regressive Gestaltung aufzufassen.

Die zur mittleren Zacke der Schneide hinführende Leiste der Lippenfläche ist nebst den beiden sie einfassenden Längsfurchen kaum angedeutet, in der Regel fehlt sie vollkommen.

Die seitliche Betrachtung der Krone zeigt uns eine ausgesprochene Dreieckform der Approximalflächen mit kaurandwärts tief eingezogenem V-förmigem Schmelzrand.

Die Zungenfläche ist außerordentlich variabel. Die von gut aufgewulsteten Randleisten eingefaßte Fovea dentis ist hier zumeist keine Quervertiefung wie beim großen Incisivus, sondern eine schmälere, sich in der Längsrichtung der Krone hinziehende Delle, die oben unter dem gut entwickelten, seltener als beim I_1 gespaltenen Tuberculum nicht wie bei diesem abgerundet, sondern nach Art eines gotischen Fensters konisch zugespitzt endigt. Oft wird dieses Ende durch gegenseitige Annäherung der beiden Randlippen zu einem förmlichen Spalt, der sich nach Mühlreiter in 3% noch blindsackartig unter das Tuberculum erstreckt und so eine Retentionsstelle darstellt. Frenula, wie wir sie beim I_1 sehen, sind hier eine Seltenheit.

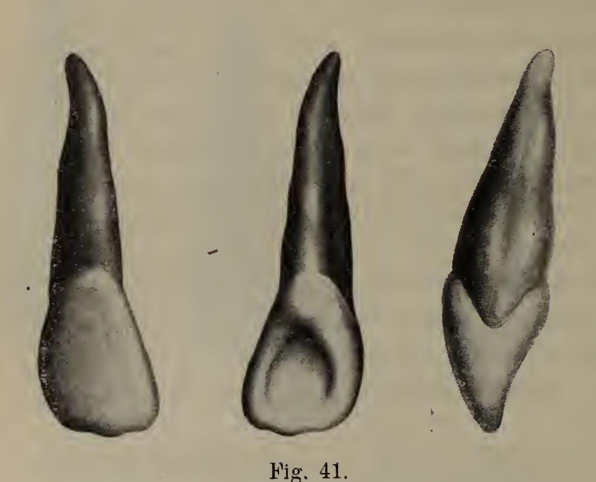


Fig. 41.
Rechter oberer lateraler Schneidezahn, von der labialen, lingualen und mesialen Seite gesehen. Vergr. 2.

Es kommen dann Zähne mit sehr flacher Grube und kaum angedeutetem sonstigen Relief vor, wobei es sich aber nicht immer leicht entscheiden läßt, wieviel davon auf Kosten der Abnutzung zu schreiben ist. Sehr interessant ist die schon oben erwähnte, bisweilen vorkommende Varietät, bei der das Tuberculum dentale außergewöhnlich stark entwickelt ist; man darf darin gleichsam den ersten Anlauf zur Bildung eines lingualen Prämolarhöckers erblicken. Ein solches besonders prominierendes Tuberculum kann sich auf beiden Seiten oder nur auf der einen durch eine hoch auf die Wurzel hinaufreichende Furche gegen den übrigen Teil der Zungenfläche absetzen. Es kann dies so weit gehen, daß man nach Zuckerkandl förmlich den Eindruck eines an den Zahn hinten angewachsenen Stift-

zahnes erhält. Das Tuberculum kann überhängend sein, so daß sich ein besonders scharf begrenztes Grübchen darunter bildet, eine Lieblingsstelle der Karies infolge des hier mangelhaft gebildeten Schmelzes. Bei gewissen platyrrhinen Affen (Ateles, Cebus) kommt die überaus starke Entwicklung des Tuberculums am I_2 sup. typisch vor, wodurch der Zahn einem Prämolar gleicht (Bolk 1914).

Im Gegensatz zum Frontalwinkel ist der Profilwinkel, das heißt die bei der Seitenansicht erkennbare leichte winklige Knickung zwischen labialer Kronenfläche und Wurzel, hier schwächer als beim I_1, da der wulstige Vorsprung der labialen Kronenfläche in der Nähe des Schmelzrandes fast ganz fehlt und so die Krone bei der Seitenansicht etwas flacher erscheint. Ich befinde mich hier im Widerspruch zu Mühlreiter, der einen stärkeren Profilwinkel — bis auf 30° — angibt.

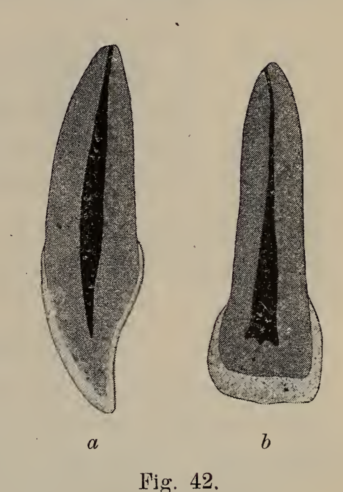


Fig. 42.
Oberer rechter lateraler Schneidezahn. a = Sagittalschliff; b = Frontalschliff.

Die Wurzel ist bei der Betrachtung von vorn schlanker als die des I_1, seitlich mehr zusammengedrückt, auf beiden Seiten fast immer mit je einer sehr seichten Längsfurche versehen. Infolge der leicht abgeplatteten Gestalt ist hier die dreikantige Form der Wurzel am Hals nicht so ausgesprochen wie bei I_1, diese erscheint vielmehr sagittal-elliptisch, allerdings mit breiterem Querdurchmesser labial als lingual. Häufiger als bei letzterem begegnen wir einer Auswärtskrümmung der Wurzelspitze (nach Zuckerkandl in 30%). Zuckerkandl und Hillebrand geben an, unter vielen Hunderten von oberen seitlichen Inzisiven je einen Fall einer Spaltung der Wurzel in eine vestibulare und linguale Spitze beobachtet zu haben; auch Preiswerk bildet in seinem Lehrbuch einen zweiwurzeligen I_2 sup. ab. Jedenfalls handelt es sich hier um eine sehr große Seltenheit, da sich unter den zahlreichen oberen kleinen Incisivi, die mir durch die Hände gingen, kein einziger derartiger Fall fand. Hillebrands Material, das ihm einen einzigen solchen Fall lieferte, betrug 894 Zähne.

Wurzelkanal und Pulparaum (Fig. 42) verhalten sich wie bei I_1, nur der schmäleren Kronenform angepaßt. Infolge der geringeren Rückwärtskrümmung der Krone schneidet die Fortsetzung des geradlinig verlaufenden Hohlraumes die Krone nicht an ihrer Labialfläche wie bei I_1, sondern entsprechend ihrer Schneide. Auf dem Frontalschliff erscheint die Kronenkammer nicht so sehr in die Breite entwickelt wie bei I_1; bei der so häufig vorhandenen schief verlaufenden Schneideform schließt auch der

Pulparaum schneidenwärts mit einer schrägen Linie ab. In anderen Fällen endet die Höhle mit einem kleinen Bogen oder läuft in ein einziges spitzes Divertikel aus. Bei symmetrischen Zähnen sind gewöhnlich auch die drei Zacken des unteren Randes vorhanden.

In mehr als einem Viertel der Fälle konstatierte ich eine Gabelung des Kanals in der apikalen Zementkappe mit zwei getrennten Ausmündungen, respektive die Gegenwart einer kleinen apikalen, sich an der Oberfläche der Spitze öffnenden Nebenmündung.

Maße des I_2 sup.:

Kronenhöhe an der Lippenfläche	10·5 *mm*
Kronenbreite	8·0 *mm*
Dicke der Krone an der Basis	5·5 *mm*
Länge der Wurzel labial	14·5 *mm*
Länge der Wurzel approximal	18·0 *mm*
Breite des Halses	6·0 *mm*
Länge des ganzen Zahnes	25·0 *mm*

Die Wurzel ist also absolut kürzer im Verhältnis zur Krone, aber etwas länger als beim medialen Schneidezahn (1 : 1·38, 1 : 1·33).

Unterer medialer Schneidezahn.

Der untere zentrale Incisivus ist nicht nur der kleinste der Schneidezähne, sondern der kleinste Zahn des Gebisses überhaupt; er steht auch durch seine sehr geringe Reliefbildung hinter allen übrigen Zähnen zurück.

Die Krone hat ausgesprochen die Form eines schmalen Meißels mit nahezu geradlinigen, nach der Schneide hin leicht divergierenden Seitenrändern, die in der geraden Fortsetzung der Seitenkonturen der Wurzel verlaufen. Die Lippenfläche ist in beiden Richtungen nur sehr wenig gewölbt, zuweilen ganz flach. Die drei Zacken am Kaurand des eben erst durchgebrochenen Zahnes schwinden rascher als an den oberen Incisivi infolge des Anstoßens der Schneide an die Zungenfläche der oberen Schneidezähne beim Kauen. Der Schmelz grenzt sich am Zahnhals durch einen so feinen Rand ab, daß die labiale und linguale Profillinie des Zahnes dadurch kaum beeinflußt wird.

Das Winkelmerkmal, das heißt der Unterschied zwischen medialer und lateraler Kronenecke, fehlt hier völlig, beide Winkel sind gleichmäßig eckig und betragen gleicherweise etwas weniger als 90°. Durch alle diese Merkmale erhält der Zahn etwas Steifes, Geometrisches.

Die Seitenflächen der Krone nähern sich infolge des relativ größeren labio-lingualen Durchmessers schon einem gleichseitigen Dreieck, sie sind flach oder sogar leicht ausgehöhlt, besonders die laterale. Der Schmelzrand

ist zwar immer noch V-förmig, doch weichen die beiden Schenkel des V schon flach auseinander. Einen Unterschied in der Tiefe der Aushöhlung des Schmelzrandes, wie ihn Mühlreiter, allerdings mit dem Vorbehalt einer gewissen Unbeständigkeit, angibt, habe ich nicht feststellen können; ich habe nicht gefunden, daß die Konkavität medial typisch um 0·1 bis 0·5 *mm* tiefer wurzelwärts vordringe als lateral. Am Hals ist der Zahn labio-lingual doppelt so dick wie mesio-distal.

Die Zungenfläche zeigt ein ziemlich undifferenziertes Verhalten. Eine leichte Aushöhlung von oben nach unten ist zwar stets zu erkennen, ebenso auch ein wohlentwickeltes, abgerundetes Tuberculum dentis, dagegen fehlen die Randleisten oder sie sind gerade nur angedeutet, infolgedessen fehlt auch die quere Aushöhlung. Auch ist zu bemerken, daß die Vertiefung nur in der marginalen Hälfte der Zungenfläche vorhanden ist, bis zum Tuberculum erstreckt sie sich nicht. Obgleich die Wurzel nur sehr wenig schief in den Unterkiefer eingepflanzt ist, ist der Profilwinkel des Zahnes doch gut ausgesprochen (er beträgt nach Mühlreiter 17 bis 21°), da die Krone eine ganz oder fast ganz senkrechte Stellung aufweist. In seltenen Fällen ist sie sogar ein wenig nach hinten geneigt. Dagegen ist ein Frontalwinkel nicht vorhanden, die Symmetrielinie der Lippenfläche steht senkrecht, ebenso auch die Längsachse der Wurzel.

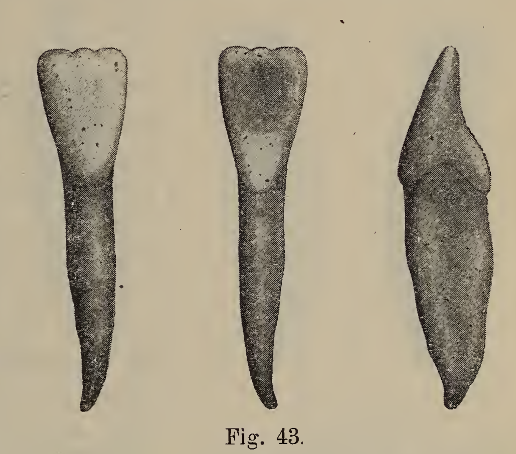


Fig. 43.
Unterer rechter medialer Schneidezahn, von vorn, von hinten und von der mesialen Seite gesehen. Vergr. 2.

Die Wurzel ist seitlich stark komprimiert, bei der Betrachtung von vorn schlank, schmal, von geradlinigen Rändern begrenzt, bei der Seitenansicht dagegen bauchig, sowohl lippenwärts wie zungenwärts. Sie ist stets mit sehr seichten Seitenfurchen versehen, von denen nach Zuckerkandls Feststellung, die ich bestätigen kann, die laterale zumeist tiefer und auch beständiger ist als die mediale; ist von den beiden Furchen nur eine vorhanden, so ist es immer die laterale. Es ist auf diesen Umstand aus dem Grunde Nachdruck zu legen, weil darin eigentlich das einzige brauchbare Unterscheidungsmerkmal zwischen rechtem und linkem Zahn gegeben ist. Auf der lateralen Seite wird die Furche nicht selten in der zervikalen Hälfte der Wurzel durch einen flachen, longitudinalen, von zwei Furchen eingefaßten Wulst ersetzt, der apikalwärts fast unmerklich in die Furche über-

geht. Bei durchfallendem Licht ist die Wurzel entsprechend einem in der apikalen Hälfte gelegenen spindelförmigen Gebiet stets stark durchscheinend.

Wurzelkanal und Pulparaum verhalten sich im großen und ganzen wie bei den oberen Schneidezähnen, aber doch mit gewissen Unterschieden. Auf dem Sagittalschliff (Fig. 44 *a*) erscheint die Flächenausdehnung des Hohlraumes viel größer, entsprechend der sagittal breiteren, von rechts nach links abgeplatteten Wurzel. Die Fortsetzung der auch hier gestreckt verlaufenden Hohlraumachse fällt etwas labial von der Schneide. Der Gesamthohlraum hat die Form einer länglichen bikonvexen Linse mit dem größten Dickendurchmesser ungefähr in der Mittelhöhe des Zahnes, also noch im Gebiet der Wurzel. Der Frontalschliff des Zahnes (Fig. 44 *b*) zeigt einen sich von der Wurzelspitze bis in die Krone gleichmäßig, ohne Absatz erweiternden schmalen dreieckigen Hohlraum, der an der Basis des Dreiecks, das heißt gegenüber der Schneide, am breitesten ist und hier gewöhnlich mit unregelmäßiger Rundung endigt, oft auch in der Mitte oder mesial in eine kleine Spitze ausgezogen erscheint.



a *b*

Fig. 44.
Unterer rechter medialer Schneidezahn.
a = Sagittalschliff; *b* = Frontalschliff.

Schon lange — namentlich seit Carabelli — ist es bekannt, daß eine Verdopplung des Wurzelkanals bei den unteren Schneidezähnen eine sehr häufige Erscheinung ist. Heß fand sie in 37·6%, also in etwas mehr als einem Drittel der Fälle, ich selbst in 25% der von mir untersuchten Zähne. Die beiden labial und lingual verlaufenden Kanäle können der ganzen Länge nach getrennt sein, mit besonderen Öffnungen an der Wurzelspitze. Weitaus häufiger aber ist der Fall, daß sich der in der Wurzelspitze einfache Kanal erst in seinem weiteren Verlaufe in zwei leierartig divergierende Äste spaltet, die sich entweder zuletzt wieder vereinigen oder separat in den stets einheitlichen Kronenraum münden. Zuweilen findet eine zweimalige Teilung des Kanals statt. In 9% fand ich in der Zementkappe der Wurzelspitze einen »apikalen Nebenast«, das heißt eine kleine Seitenmündung des Kanals.

Maße des I_1 inf.:

Kronenhöhe	9 *mm*
Kronenbreite	5 *mm*
Dicke der Krone am Tuberculum	5·5 *mm*
Länge der Wurzel labial	15 *mm*
Länge der Wurzel approximal	17·5 *mm*

Querdurchmesser des Halses . . . . 3·5 *mm*
Länge des ganzen Zahnes . . . . 24 *mm*

Verhältnis von Krone und Wurzel: 1 : 1·6. Die Wurzel ist also im Verhältnis zur Krone nicht unbeträchtlich länger als bei den oberen Schneidezähnen.

Unterer lateraler Schneidezahn.

Der Zahn ist etwas größer als sein medialer Nachbar, sonst aber ihm zum Verwechseln ähnlich. Immerhin sind gewisse Unterscheidungsmerkmale vorhanden. Am freien Rand tritt das Winkelmerkmal wenn auch nicht scharf ausgesprochen, aber doch erkennbar hervor, indem der laterale Winkel

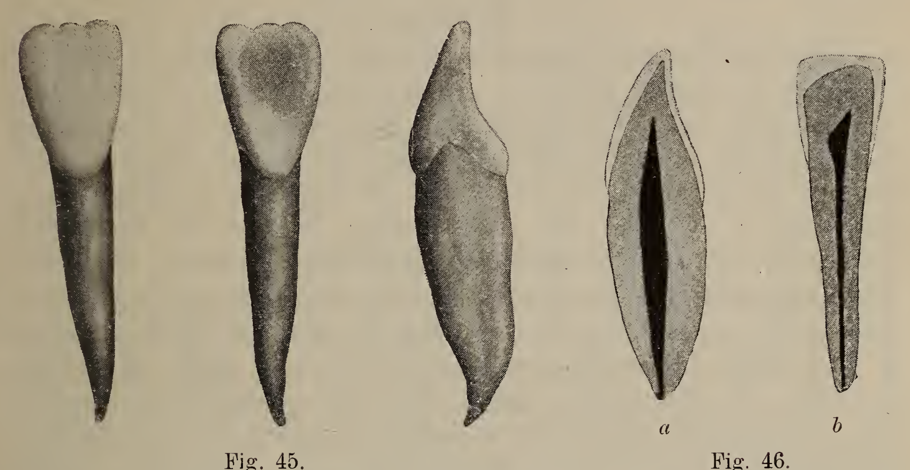


Fig. 45.
Unterer rechter lateraler Schneidezahn, von vorn, von hinten und von der mesialen Seite gesehen. Vergr. 2.

Fig. 46.
Unterer rechter lateraler Schneidezahn. *a* = Sagittalschliff; *b* = Frontalschliff.

abgerundeter als der mediale ist. Die Lippenfläche des Zahnes ist eine Spur gewölbter als die des medialen Incisivus.

In äußerst seltenen Fällen kommt eine Verdopplung der Wurzel vor. Hillebrand beobachtete unter 612 I_2 inf. drei hierhergehörige Fälle = 0·5%. Auch Schwerz[1] gibt an, einen ähnlichen Fall bei einem Alemannenschädel beobachtet zu haben.

Bezüglich des Wurzelkanals (Fig. 46) finde ich, daß hier die Verdopplung des Kanals schon viel seltener ist. Sie fand sich unter 35 Fällen nur zweimal = 5·7%, bei beiden vereinigten sich die zwei Kanäle in der Spitze zu einem gemeinsamen Endstück. Dagegen traf ich fast in der Hälfte der Fälle (42·8%) eine Gabelung des Kanals im Spitzengebiet mit besonderen Öffnungen beziehungsweise einer oder zwei apikalen Nebenmündungen an.

[1] F. Schwerz, Über die Zähne frühhistorischer Völker der Schweiz. Schweizer. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Bd. 24, 1914, S. 135.

Maße des I_2 inf.:

Kronenhöhe	10 *mm*
Kronenbreite	6 *mm*
Dicke der Krone am Tuberculum	6·5 *mm*
Länge der Wurzel labial	16 *mm*
Länge der Wurzel approximal	19 *mm*
Querdurchmesser des Halses	4·5 *mm*
Länge des ganzen Zahnes	26 *mm*

Verhältnis von Krone und Wurzel: 1 : 1·6, wie bei I_1 inf.

Eckzähne.

Die Eckzähne oder Augenzähne (Dentes canini, angulares, cuspidati) sind besonders kräftige Glieder der vorderen Zahngruppe, gleichwohl kann man sie ihrem Entwicklungsgrade nach beim Menschen im Vergleich zu den Anthropoiden und sonstigen Affen als unansehnlich bezeichnen. Nur ganz geringfügig ragt ihre Spitze über die Kaulinie der Zähne hervor. Charakteristisch für das Gebiß des Menschen ist auch der unmittelbare Zusammenschluß des Eckzahnes mit seinen beiden Nachbarn, das Fehlen eines Zwischenraumes, eines Diastemas, wie es noch bei den Anthropoiden oben an der medialen, unten an der distalen Seite des Zahnes vorhanden ist. Das Diastema der Tiere erklärt sich aus der mächtigen Entwicklung der Canini, die nur vermöge dieser Lücken bei geschlossenen Zahnreihen Platz nebeneinander finden. Nur als Abnormität kommt ein solches Diastema auch beim Menschen vor. Der Name Eckzahn weist darauf hin, daß der Zahn ecksteinartig an der Grenze zwischen dem mittleren, mehr frontalen und dem seitlichen, mehr sagittalen Teile des Oberkieferbogens aufgepflanzt ist, was bei den Affen, wo die beiden Kieferteile winklig zusammentreffen, noch viel mehr in die Augen springt.

Der obere Eckzahn ist etwas stärker als der untere; das Gewichtsverhältnis beider ist 1·3 : 1 (1·48 : 1·14 *g*).

Die Krone steht durch den Mangel einer Kaufläche der Schneidezahnkrone näher als der der Prämolaren, doch trägt sie auch gewisse Merkmale zur Schau, die schon zu den letzteren hinleiten, so den im Winkel gebrochenen, zu einer medianen Spitze ausgezogenen Kaurand, die stärkere Querwölbung der Vestibularfläche und die beträchtlich massigere Beschaffenheit des Zahnes im Bereich des Tuberculum dentale.

Bezeichnend für den Zahn ist auch seine sehr kräftige, lange, gerade, einfache Wurzel. Sie ist beim oberen Caninus nicht unbeträchtlich länger im Verhältnis zur Krone als bei dem unteren; das Kronenwurzelverhältnis ist bei jenem 1 : 1·63, bei diesem 1 : 1·25. Die starke Wurzel bedingt in

beiden Kiefern ein kräftiges Jugum alveolare. Oben erstreckt sich dieses gewöhnlich bis zur Höhe des unteren Randes der Apertura piriformis, näher oder weiter lateral davon auslaufend, manchmal aber bei abnorm langer Wurzel noch höher hinauf. Beim unteren Zahn tritt das Jugum um so auffallender hervor, weil die übrigen Zähne zumeist kaum ein Jugum hervorrufen; hier reicht es zumeist bis zur Höhe des seitlich davon gelegenen Foramen mentale.

Eine Vermehrung der Eckzähne ist überaus selten, ist aber doch schon von verschiedenen Seiten (Scheff, Bastyř, Zilz, Mummery usw.) mit Bestimmtheit beobachtet worden; stets handelte es sich um eine Verdopplung des einen oder beider Eckzähne. Natürlich dürfen solche Fälle nicht mit der Persistenz des Milchcaninus neben dem bleibenden Caninus verwechselt werden, die besonders im Oberkiefer vorkommt. Besonders hervorzuheben ist die Tendenz des Eckzahnes zu Lageanomalien (Hochstand, Inversion, Retention usw.), was vielleicht damit zusammenhängt, daß der Zahn gerade an der Grenze zwischen eigentlichem Oberkiefer und Zwischenkiefer zur Anlage kommt.

Oberer Eckzahn.

Die Lippenfläche der Krone zeigt die Form eines Fünfecks. Der Kaurand besteht aus zwei schief gegeneinander geneigten, in einer nur wenig abgerundeten Spitze zusammentreffenden Abteilungen. Die Spitze liegt in der Regel nicht gerade in der Mitte, sondern um ein geringes medianwärts verschoben, so daß die beiden Abschnitte des Kaurandes schon aus diesem Grunde von ungleicher Länge sein müssen. Es würde dies das brauchbarste Unterscheidungsmerkmal zwischen rechts und links abgeben, ginge dieses Zeichen gewöhnlich nicht schon sehr frühzeitig durch Abschleifen des Kaurandes verloren. Überdies kommen Fälle vor, wo sich die Spitze schon von Haus aus genau in der Mitte befindet. Dann bleibt aber immer noch als Differentialkennzeichen das verschiedene Verhalten der beiden Seitenwinkel, womit der Kaurand in die kurzen, nach dem Hals hin ziemlich stark konvergierenden Seitenränder übergeht. Der distale liegt nämlich nicht unbeträchtlich, manchmal sogar sehr viel höher, das heißt mehr halswärts gerückt als der mesiale und ist dabei wohl abgerundeter, aber doch hervorspringender. Ziemlich beständig scheint mir auch folgendes, damit zusammenhängendes Detail, das sich vielleicht noch am besten von allen Einzelheiten des Zahnes als differentialdiagnostisches Merkmal für die Seitenbestimmung eignet: die beiden Seitenränder der Krone zeigen einen verschiedenen Verlauf: der mesiale setzt fast geradlinig den Verlauf des Wurzelkonturs fort, während der distale nach dem stärker vorgebuchteten Seitenwinkel hin eine ausgesprochene Konkavität bildet. Dieses »Seitenmerkmal«, das die Bestimmung

der distalen Seite der Krone auf den ersten Blick gestattet, fehlt nur bei den ausnehmend schlank geformten Eckzähnen; es ist oben wie unten erkennbar.

Die beiden Abschnitte, in die der Kaurand durch die mittlere Hervorragung geteilt wird, unterscheiden sich außer ihrer verschiedenen Länge auch noch dadurch, daß der mesiale meist geradlinig oder kaum merklich ausgehöhlt, der distale dagegen leicht gewölbt verläuft, richtiger eine niedrige, breite, von zwei kaum bemerkbaren Einkerbungen eingefaßte Vorwölbung aufweist. Natürlich ist dieses Detail nur am ganz jugendlichen, auch von aller Abnutzung freien Zahn zu sehen.

Fig. 47.
Rechter oberer Eckzahn, von der labialen, lingualen, mesialen Seite und vom Kaurand her betrachtet. Vergr. 2.

Die Längswölbung der vestibularen Kronenfläche ist ungefähr die gleiche wie bei dem lateralen Schneidezahn, dagegen ist die Querwölbung viel beträchtlicher. Doch besteht eine eigentliche Wölbung in dieser Richtung nur in der Nähe des Halses, weiter unten zeigt die Lippenfläche einen zur Spitze der Schneide hinführenden niedrigen medianen Grat, von dem sich die beiden infolge der extramedianen Lage der Spitze und des Grates etwas ungleich großen seitlichen Felder schief abdachen. Nicht selten wird die Leiste in ihrem unteren Lauf von zwei seichten Furchen flankiert. Doch ist auch die Wölbung in der Nähe des Halses nicht ganz als regelmäßig zu bezeichnen, sie ist ziemlich unsymmetrisch, indem der Höhepunkt der Wölbung mehr mesialwärts liegt; mit anderen Worten: Mühlreiters Krümmungsmerkmal ist hier sehr stark ausgeprägt. (Fig. 47.)

Die Berührungsflächen bilden Dreiecke mit viel breiterer Basis als bei den Schneidezähnen, da der Tiefendurchmesser der Krone im Bereich des

Tuberculums ansehnlicher ist. Sie sind leicht gewölbt, die distale etwas konvexer als die mesiale. Der Schmelzrand erscheint nicht mehr V-förmig, sondern in sanftem Bogen fast gleichmäßig ausgehöhlt, nicht selten von etwas unsymmetrischer, mit der tiefsten Stelle etwas labial verschobener Rundung. Als unterstützendes Hilfsmittel bei der Unterscheidung des rechten und linken Eckzahnes ist noch der Umstand erwähnenswert, daß die Schmelzgrenze mesial mit ihrem Scheitelpunkt um 1 *mm* tiefer, das heißt zum Kaurand näher liegt als distal.

Die Lingualfläche erscheint nicht mehr ausgehöhlt wie bei den Schneidezähnen, sondern entweder flach oder — häufiger — leicht gewölbt. Dies der Grund, weshalb das Tuberculum, obgleich wohlentwickelt, doch nicht so selbständig hervortritt wie bei den Inzisiven. Es ist abgerundet, bisweilen senkrecht gespalten. An Stelle der Fovea dentis sehen wir einen mittleren breiten Wulst vom Tuberculum in der Richtung der Schneide herunterziehen, durch zwei Furchen oder zwei sich nach unten verbreiternde Grübchen von den Randleisten geschieden; es ist, als ob das Tuberculum als Füllmasse zwischen die Randerhebungen hineingewuchert wäre. Doch unterliegen diese Verhältnisse einer gewissen Variabilität; der Wulst kann durch eine schmale Leiste oder zwei oder drei parallele senkrechte Rippen ersetzt sein. Das meiste Interesse bietet die Varietät, bei der das Tuberculum als selbständiges, rechts und links gegen die Randleisten deutlich abgegrenztes, besonders aber nach unten durch eine scharfe Furche oder Grube unterhöhltes, gleichsam überhängendes Gebilde hervortritt. Es kann so zu einer Annäherung an den Typus der Prämolaren, besonders des unteren ersten, kommen. Zuckerkandl hat einen derartigen, sehr charakteristischen, von Scheff stammenden Fall in seiner Figur 20 (Fig. 48) abgebildet, nur scheint mir die dort angebrachte Bezeichnung »akzessorischer Höcker« nicht gerechtfertigt, da es sich ja nicht um ein besonderes, neues Gebilde, sondern nur um ein stärker entwickeltes Tuberculum dentis, den Vorläufer des Zungenhöckers der Prämolaren, handelt. In seltenen Fällen setzen sich die seitlichen Grenzfurchen eines solchen abnorm kräftigen Tuberculums auch auf die Wurzel fort unter Abgrenzung eines besonderen, zum Tuberculum gehörigen Wurzelteiles. Busch[1] hat einen derartigen Fall beschrieben, ihn aber ebenso irrtümlich gedeutet wie Schwalbe die gleiche Erscheinung am Schneide-



Fig. 48.
Oberer rechter Eckzahn mit exzessiver Entwicklung des Tuberculum dentis. Nach Zuckerkandl.

[1] W. Busch, Über Verschmelzung und Verwachsung der Zähne des Milchgebisses und des bleibenden Gebisses. Verhandlungen der Deutschen Anthropologischen Gesellschaft Bd. V, 1893.

zahn, indem er eine Verwachsung der Milchzahnanlage mit der Anlage des Dauerzahnes annahm, wofür nichts spricht.

Die Zungenfläche ist — im Zusammenhang mit der Krümmung des Zahnbogens — etwas schmäler als die vestibulare, wegen der leichten, lingualwärts gerichteten Konvergenz der Berührungsflächen; infolgedessen ist auch der Schmelzrand auf dieser Seite stärker gekrümmt als vestibular.

Der frontale Stellungswinkel der Krone ist sehr ausgesprochen, das heißt die Krone steht bei der Betrachtung von der Lippenfläche her ziemlich schief, mit dem Kaurand zur Mittellinie geneigt; die Wurzel setzt aber diesen Verlauf ungebrochen fort, ein Frontalwinkel kommt also nicht zur Erscheinung. Aus dieser schrägen Stellung läßt sich manches Detail der Kronenform erklären. Auf die ganze Zahnreihe bezogen stehen eigentlich die beiden Seitenwinkel, die Berührungsstellen mit den Nachbarzähnen, zumeist in gleicher Höhe, da aber die Symmetrielinie der Krone schief medianwärts gerichtet ist und die Spitze des Kaurandes am Endpunkt dieser Linie liegt, so gerät der mesiale Winkel, auf die Spitze bezogen, in eine ihr genähertere Lage, womit auch eine Verkürzung der mesialen Schneidenhälfte einhergeht.

Der Profilwinkel des Zahnes scheint stärker ausgeprägt als bei I_2, da sich die Krone bei der Seitenansicht etwas mehr der senkrechten Stellung nähert.

Die Wurzel ist kräftig, lang — die längste Zahnwurzel —, von den Berührungsseiten her mäßig zusammengedrückt, an ihrer vestibularen Seite breiter als an der lingualen, an der sich eine abgerundete Kante herausbildet, eine unmittelbare Fortsetzung des Tuberculums. Bei der Betrachtung von der Bukkalseite laufen die Seitenkonturen der Wurzel geradlinig, bei der Seitenansicht weichen sie mäßig bikonvex auseinander, wobei der bukkale Kontur gewöhnlich gewölbter ist als der linguale, an welchem die Wölbung nur mehr in der zervikalen Hälfte der Wurzel erkennbar ist. An ihrem Ende spitzt sich die Wurzel stark zu und läuft gerade aus, nur in seltenen Fällen finden wir sie ein wenig nach außen geneigt. Abnormerweise kommen Krümmungen und förmliche Knickungen an der Wurzel vor. Kaum jemals fehlen longitudinale Seitenfurchen; am deutlichsten sind sie im mittleren Drittel der Wurzel, im apikalen Drittel verlieren sie sich ganz. Einen Unterschied in der Tiefe der beiderseitigen Furchen kann ich nicht finden, dagegen konnte ich in etwa 65% der Fälle eine bisher nicht beachtete Abweichung in ihrer Lage feststellen. Während nämlich die mesiale Furche ungefähr die Mitte des bukko-lingualen Durchmessers der Wurzel einhält, erscheint die distale ihrer ganzen Länge nach etwas lingualwärts verschoben.

Die Wurzel des oberen Eckzahnes ist stets einfach; Hillebrand hat unter 1012 daraufhin untersuchten Eckzähnen beziehungsweise Alveolen

solcher keinen einzigen Fall einer Zweiteilung der Wurzel angetroffen. Auch mir ist kein derartiger Fall begegnet. (Beim Milcheckzahn kommt eine Teilung der Wurzel in einen mesialen und distalen Ast ab und zu vor.)

Der Querschnitt der Wurzel zeigt eine schmale Dreieckform mit stark abgerundeten Winkeln und im mittleren Drittel mit leicht eingesunkenen Seiten; weiter oben wird der Querschnitt elliptisch.

Der Hohlraum des Zahnes stellt sich an labio-lingualen Schliffen (Fig. 49 *a*) als sehr geräumig dar. Die Unterscheidung eines Wurzelkanals und einer Kronenkammer läßt sich nicht durchführen. Nach einem ganz kurzen, gleichmäßigen, kanalförmigen Abschnitt in der Wurzelspitze bildet der Hohlraum eine einheitliche Spindel, deren breiteste Stelle sich im zervikalen Abschnitt etwas oberhalb des Schmelzrandes befindet. In der Krone spitzt sich die Höhle rasch zu, gewöhnlich ohne eine Ausstülpung nach dem Tuberculum dentis zu bilden. Manchmal allerdings ist ein solcher Rezeß vorhanden in Form einer stumpfwinkligen Auszackung der lingualen Wand. Am nächsten zur Oberfläche, und zwar zur Zungenfläche, liegt auch hier die Spitze der Kronenkammer. — An mesio-distalen Schliffen (Fig. 49 *b*) erhalten wir ein wesentlich anderes Bild. Der Pulpahohlraum erscheint als enger Spalt, der sich etwa von der Mitte der Wurzel an ganz leicht verbreitert. Die Verbreiterung nimmt in der Krone nur kaum merklich zu; der Hohlraum dringt überhaupt nicht tief in die Krone hinein und endigt mit einer dem mittleren Vorsprung der Schneide entsprechenden Zuspitzung, seltener abgerundet.

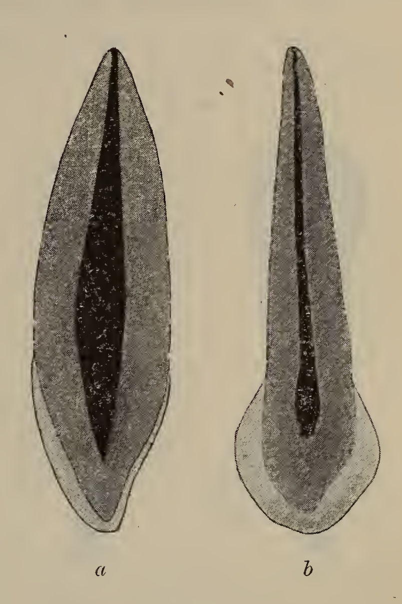


Fig. 49.
Oberer rechter Eckzahn. *a* = Sagittalschliff; *b* = Frontalschliff.

Wie schon Fischer und Heß beschrieben haben und auch ich bestätigen kann, besitzt der stets einheitliche Kanal in 25% der Fälle eine kleine Nebenöffnung an der Spitze, während die Hauptöffnung selbst an der Lingualseite der Spitze mündet.

Maße des C. sup.:

Kronenhöhe an der Lippenfläche	11 *mm*
Breite der Krone	8·5 *mm*
Dicke der Krone am Tuberculum	9 *mm*

Länge der Wurzel vestibular . . . . 18 *mm*
Länge der Wurzel mesial . . . . 21 *mm*
Länge der Wurzel distal . . . . 20 *mm*
Breite des Halses . . . . 6 *mm*
Länge des ganzen Zahnes . . . . 29 *mm*

Verhältnis von Kronen- und Wurzellänge: 1 : 1·63 (I_1 sup.: 1 : 1·33).

Unterer Eckzahn.

Der untere Caninus unterscheidet sich nur in geringfügigen Punkten vom oberen, daher es auch an einem isolierten Eckzahn nicht immer leicht ist, festzustellen, ob ein unterer oder ein oberer vorliegt. Daß er etwas kleiner und leichter ist als der obere, ferner daß er eine im Verhältnis zur Krone etwas kürzere, plumpere Wurzel hat, wurde schon oben erwähnt. Die Krone des Zahnes ist etwas schmäler, schlanker, länglicher, die Divergenz der Seitenränder weniger ausgesprochen, die Seitenwinkel treten weniger hervor, besonders der mediale; gleichwohl ist der Unterschied der beiden Winkel, in demselben Sinne wie beim oberen, und ebenso die stärkere Aushöhlung des distalen Kronenrandes erkennbar.



Fig. 50.
Rechter unterer Eckzahn, von der labialen, lingualen und mesialen Seite betrachtet. Vergr. 2.

Bezüglich der Kaufläche ist hervorzuheben, daß die mittlere Fülleiste hier in der Regel ganz schwach entwickelt ist oder völlig fehlt, daher das von den beiden mäßig erhabenen Randwülsten begrenzte mittlere Feld entweder ganz flach oder sogar leicht vertieft erscheint. Zuckerkandl (a. a. O. S. 51) bezeichnet dies als das charakteristischeste Kennzeichen des unteren Eckzahnes, das schon an und für sich »vollständig« ausreiche zur Unterscheidung vom oberen. Ich kann dem zustimmen, nur mit dem Vorbehalt einer gewissen Milderung der Bestimmtheit dieses Ausspruches, da wir auch

hier wieder mit einer gewissen Variabilität zu rechnen haben, besonders von seiten des oberen Eckzahnes, der unter Umständen eine etwas ausgehöhlte Zungenfläche aufweist. Meinen Beobachtungen gemäß sind die wichtigsten Differentialmerkmale die schlankere, länglichere Form der Krone und die kürzere, plumpere Wurzel. Erwähnenswert ist auch das von Mühlreiter nachgewiesene Verhalten, daß sich am unteren Caninus der Schmelzüberzug vestibular um 0·5 bis 2 *mm* weiter nach dem Hals zu erstreckt als lingual, also die Krone auf der einen Seite merklich länger ist als auf der anderen. Die beim oberen Caninus erwähnte Höhendifferenz der beiden approximalen Schmelzränder ist auch hier festzustellen.

Die größere Plumpheit der Wurzel spricht sich auch in der stärkeren Konvexität der Seitenkonturen der Wurzel bei der Seitenansicht aus, besonders des vorderen; der hintere Kontur ist oft ganz geradlinig. Die Seitenfurchen der Wurzel sind vielleicht um ein geringes tiefer als am oberen Caninus, ihre bei diesem geschilderte Lagedifferenz besteht auch hier. Labiale Kronenfläche und Wurzelachse begegnen sich bei der Seitenbetrachtung unter Bildung eines nach Mühlreiter 25—27° betragenden Profilwinkels — der Winkel ist stärker als oben wegen der leicht zungenwärts geneigten Stellung der Krone; dagegen bildet die Symmetrielinie der Krone mit der Wurzelachse bei der Ansicht von der Vestibularseite her eine einheitliche Linie.



Fig. 51.
Rechter unterer Caninus, zweiwurzelig, von der distalen Seite gesehen

Eine nicht gerade seltene Erscheinung ist am unteren Eckzahn die Spaltung der Wurzel in eine vestibulare und linguale Zacke (Fig. 51). Gewöhnlich, aber nicht immer, tritt die Varietät symmetrisch auf beiden Seiten auf. Alle Übergänge von einer leichten Einkerbung der Spitze bis zur ausgesprochenen Zweiwurzeligkeit kommen vor. In allen mir vorliegenden derartigen Fällen ist die vestibulare Wurzel kräftiger als die linguale. Ich habe als Häufigkeitszahl dieser Variante 6% feststellen können, ebensoviel wie Hillebrand an einem größeren, 1707 Zähne umfassenden Material.

Über den Hohlraum des Zahnes (Fig. 52) ist nach dem beim oberen Eckzahn Mitgeteilten nur so viel nachzutragen, daß hier der Wurzelkanal außerordentlich häufig — nach Heß in 43% — in einen labialen und lingualen Teil getrennt ist, allerdings zumeist nicht seiner ganzen Länge nach, sondern nur in der Weise, daß sich der an der Wurzelspitze einfache Kanal in seinem weiteren Verlauf durch Herausbildung einer mesio-distalen Scheidewand in zwei Kanäle spaltet, die sich aber noch vor dem Kronenraum wieder vereinigen; auch das Gegenteil kommt vor, nämlich ein Ur-

sprung an der Wurzelspitze mit zwei Kanälen, die im mittleren Drittel der Wurzel zu einem einheitlichen Kanal zusammenfließen. An meinem Material (62 Fälle, alles einwurzelige Zähne) ist dieses Vorkommnis viel seltener: nur in einem Falle ist der Kanal doppelt, aber auch hier nur von der Wurzelspitze bis zur Grenze des apikalen und mittleren Drittels der Wurzel (5 *mm*), wo sich die beiden Kanäle vereinigen, nachdem sie schon vorher durch einen queren Ast in Verbindung miteinander gestanden waren. Dagegen fand ich in 17 Fällen (27·4%) einen apikalen Nebenast, in drei Fällen (4·8%) eine Bifurkation des Wurzelkanals an der Spitze und in einem Falle (1·6%) eine büschelförmige apikale Verästlung in acht kurze Ästchen, die, ohne sich gegenseitig zu verbinden, mit ebensoviel Öffnungen an der Oberfläche ausliefen.



Fig. 52.
Unterer Eckzahn. *a* = Sagittalschliff; *b* = Frontalschliff.

Maße des C. inf.:

Kronenhöhe an der Lippenfläche . .	12	*mm*
Kronenhöhe an der Zungenfläche . .	11	*mm*
Kronenbreite	7	*mm*
Dicke der Krone am Tuberculum . .	9	*mm*
Länge der Wurzel vestibular	15	*mm*
Länge der Wurzel lingual	16	*mm*
Länge der Wurzel mesial	17·5	*mm*
Länge der Wurzel distal	18	*mm*
Breite des Halses	6	*mm*
Länge des ganzen Zahnes	27	*mm*

Verhältnis von Krone und Wurzel: 1:1·25 (oben 1 : 1·63).

Prämolarzähne.

Die Backenzähne oder kleinen Mahlzähne (Dentes praemolares, bicuspides, bicuspidati, molares minores) sind die ersten in der Reihe von der Mittellinie gerechnet, an deren Krone eine Kaufläche zur Ausbildung kommt, und zwar ziemlich unvermittelt. Man kann sich den Vorgang dieser Kauflächenbildung theoretisch so vorstellen, daß sich das Tuberculum dentale außerordentlich stark entwickelt und zugleich so weit in der Richtung des Kaurandes verschiebt, daß es mit diesem Rand fast in eine Horizontalebene zu liegen kommt und dadurch mit ihm die Kaufläche bildet. Diese erscheint demnach zweihöckrig; der bukkale Höcker entspricht der Schneide der Eckzähne, der linguale dem Tuberculum. Am ersten unteren Backenzahn ist die geschilderte Verlagerung nicht so weit vorgeschritten wie am zweiten und den beiden oberen; hier ist die Niveaudifferenz der beiden Höcker

noch beträchtlich, der Zungenhöcker viel unansehnlicher als der Wangenhöcker.

Die beiden Höcker werden durch eine tiefe Querfurche — das Analogon der Fovea dentis der Frontzähne — voneinander geschieden. Diese »Kaufurche« reicht nicht bis zu den Seitenrändern, daher die beiden Höcker mesial wie distal durch je einen Randwulst miteinander in Verbindung bleiben.

Der vestibulare Kaurand erinnert mit seiner medianen Zuspitzung an den des Eckzahnes, mit dem Unterschied, daß die Spitze hier in der Regel viel stumpfer und dabei symmetrisch in der Mitte angebracht ist.

Der Wurzel nach schließen sich die Backenzähne den Frontzähnen an: sie ist einfach, plump, konisch, an den Oberzähnen mit schwachen Seitenfurchen versehen. Die Einwurzeligkeit der Backenzähne ist eine typisch menschliche Eigenschaft; noch bei den Anthropoiden besitzen sie gleich den Molaren oben drei, unten zwei Wurzeln. Wir haben es hier mit einer Reduktionserscheinung, einer Folge der Verkürzung des Kiefers und der dadurch veranlaßten Zusammendrängung der Zähne, zu tun. Doch finden wir bei den oberen Prämolaren noch ein Schwanken in dieser Beziehung. Beim ersten oberen Prämolar sind sogar noch in etwas mehr als der Hälfte der Fälle zwei Wurzelspitzen oder zwei völlig getrennte Wurzeln vorhanden, während beim zweiten Prämolar die Spaltung der Wurzel nur mehr als sporadische Erscheinung beobachtet wird.

Über das Stärkeverhältnis der vier Backenzähne zueinander enthält die Literatur widersprechende Angaben. Eine genaue Untersuchung zeigt, daß das Ergebnis verschieden ausfällt, je nachdem man den ganzen Zahn oder nur die Krone berücksichtigt. Bezüglich des ganzen Zahnes ergeben die Wägungen, daß die oberen Prämolaren um ein geringes schwerer sind als die unteren, weiterhin, daß oben wie unten der zweite Prämolar das Übergewicht hat.

Wägungsergebnisse der Prämolaren:

$$\text{Oben:} \begin{cases} P_1 = 1{\cdot}02\,g \\ P_2 = 1{\cdot}05\,g \end{cases}$$

$$\text{Unten:} \begin{cases} P_1 = 0{\cdot}91\,g \\ P_2 = 1{\cdot}00\,g. \end{cases}$$

Oben ist also der zweite P um 3 *cg* schwerer als der erste, unten beträgt der Unterschied im gleichen Sinne schon 9 *cg*. Auch der schwächere P_1 sup. ist noch um 2 *cg* schwerer als der stärkere P_2 inf. Doch ist aus diesen Zahlen zugleich auch ersichtlich, daß alle Unterschiede sehr geringfügig sind. Das geringere Gewicht der unteren Zähne erklärt sich wohl aus der schwächeren Entwicklung des lingualen Zungenhöckers.

Hält man sich dagegen an die Betrachtung und die Ausmessungen der bukkalen Kronenflächen, so fällt das Ergebnis anders aus. Dann erscheint oben der erste P als der größere, während unten die beiden Kronen den Eindruck völlig gleicher Größe machen.

Eine Verminderung der Zahl der Prämolaren kommt besonders im Unterkiefer vor, und zwar in Form jener typischen Anomalie, bei der bei fehlender Anlage des zweiten Prämolars der zweite Milchmolar persistiert. Ein überzähliger Prämolar kann sowohl im Ober- wie im Unterkiefer vorkommen, im letzteren ist er nach de Terra häufiger als im Oberkiefer. In dem von Scheff beschriebenen Falle war auf beiden Seiten ein unterer dritter Bicuspis vorhanden. Im ganzen begegnen wir dieser Anomalie ziemlich selten. Die überzähligen Zähne der Prämolargegend ähneln am meisten den normalen Zähnen.

Oberer erster Prämolar.

Die Bukkalfläche der Krone zeigt Ähnlichkeit mit der des Eckzahnes, nur ist sie kleiner, breiter, niedriger, gedrungener. Sie ist ausgesprochen deltoid- oder lanzettförmig mit stärker hervortretenden Seitenwinkeln und symmetrischer gestaltet als beim Caninus, da sich einerseits die Zuspitzung des Kaurandes in der Regel genau in der Mitte dieses Randes befindet, anderseits die beiden Seitenwinkel in gleicher Höhe etwas unterhalb der Mitte der Höhe liegen und von gleicher Beschaffenheit sind; beides hängt damit zusammen, daß der Zahn bei der Vestibularansicht annähernd senkrecht auf dem Alveolarrand steht, ein frontaler Stellungswinkel also nicht vorhanden ist. Die mittlere Spitze der Schneide ist bedeutend stumpfer als bei C, die durch sie getrennten Abteilungen des Kaurandes sind demnach von gleicher Länge, unterscheiden sich aber auch hier dadurch voneinander, daß die mesiale geradlinig, die distale mit einem kaum merklichen Vorsprung ausgestattet ist.

Auch hier prägt sich an der Bukkalfläche eine senkrechte flache mittlere Leiste aus. Gegen den Hals zu verschwindet sie; hier geht sie auf in einem stark gewölbten, bei der Profilbetrachtung kräftig hervortretenden Bezirk der Krone. Die Seitenränder konvergieren stärker als bei C von den Seitenwinkeln gegen den Hals zu. Der Schmelzrand ist nur ganz leicht gerundet.

Die Zungenfläche ist beträchtlich schmäler als die bukkale, dabei der Quere nach stärker und gleichmäßiger gewölbt, sie erscheint in der Form eines Halbzylinders, ohne ausgesprochene mediane Leiste, zervikalwärts mit einem wulstigen konvexen Schmelzrand abschließend. Auch auf dieser Seite weist der Kaurand eine Spitze auf; sie ist noch stumpfer, niedriger als die bukkale, befindet sich aber nicht median, sondern nicht un-

beträchtlich mesialwärts von der Mitte des Kaurandes verlagert, so daß die beiden durch sie geschiedenen Randteile von sehr ungleicher Länge sind.

An den Approximalflächen grenzt sich der Schmelzüberzug durch eine fast gerade, nur ganz leicht konkave Linie gegen den Hals ab. Die Flächen sind ausgedehnt, unregelmäßig viereckig, die mesiale flach oder leicht ausgehöhlt, nur in ihrem zervikalen Abschnitt gewölbt, die distale in ihrer ganzen Ausdehnung konvex und infolge der hier stärkeren Einsattlung des Kaurandes in der Mitte in senkrechter Richtung um 0·5 *mm* kürzer als die mesiale. Der freie Rand dieser Flächen läßt bei der Seitenbetrachtung das Größen- und Lageverhältnis der beiden Höcker deutlich erkennen; der linguale ist um etwa 1 *mm* kürzer als der bukkale. Eine tiefe Einziehung, distal tiefer als mesial, trennt sie voneinander, mit geradlinigen, in etwas mehr als 90° betragendem Winkel zusammentreffenden Randteilen, von denen der bukkale länger und steiler ist. Bei der Seitenansicht des Zahnes erkennt man auch, daß, während auf der bukkalen Seite der Kronenkontur unter Bildung eines stumpfen, nach hinten offenen Winkels mit der Konturlinie der Wurzel zusammentrifft — der Winkel liegt eigentlich noch im zervikalen Gebiet der Krone —, lingual die beiden in einer Flucht verlaufen. Auf der mesialen Berührungsfläche erkennen wir häufig eine zarte Rinne, die, von der intertuberkularen Einziehung des Kaurandes ausgehend, senkrecht bis zum Schmelzrand emporsteigt und die mesiale Kronenfläche den beiden Höckern entsprechend in zwei ungleich große Lappen teilt.

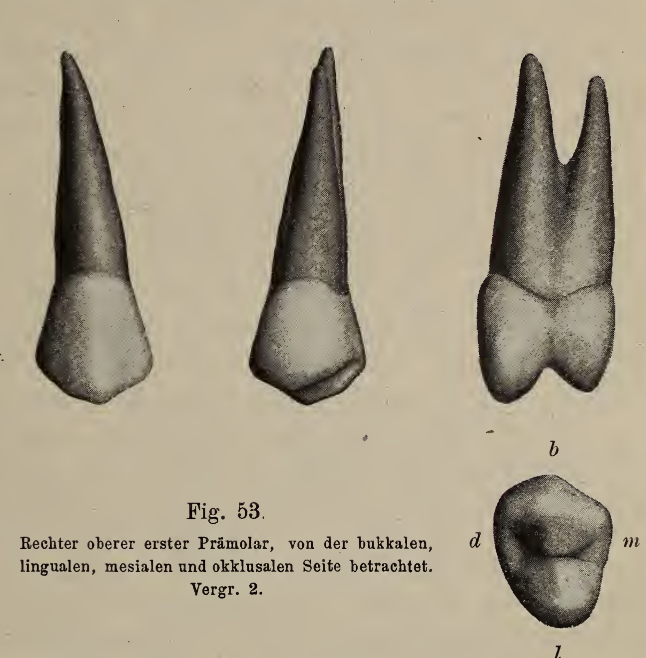


Fig. 53.
Rechter oberer erster Prämolar, von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite betrachtet. Vergr. 2.

Fassen wir die Krone von der Kaufläche her ins Auge, so sehen wir, daß sie in mesio-distaler Richtung mäßig komprimiert ist; der bukkolinguale Durchmesser beträgt 9 *mm*, der mesio-distale 6 *mm*. Wir begegnen hier zuerst der für die oberen Postkaninen bezeichnenden zusammen-

gedrückten Kronenform, wodurch die im Verhältnis zu den Unterzähnen übermäßige Breitenentwicklung der oberen Frontzähne kompensiert wird. Zweitens erkennen wir ein Detail, das uns auch schon bei dem Eckzahn, wenn auch in viel schwächerem Grade, entgegengetreten war, nämlich die durch die Bogenkrümmung der Zahnreihe bedingte Verschmälerung der Krone von der Wangenseite nach der Zungenseite hin. Während bukkal der Umriß der Kaufläche eine breite, flache Seite hat, endigt er lingual wie mit einer abgerundeten Kante. Nun ist hier aber ein asymmetrischer Zug in der Gestaltung dieses Umrisses hervorzuheben. Diese linguale Abrundung liegt nicht in der geraden Fortsetzung der bukko-lingualen Halbierungslinie der Kaufläche, sondern mesialwärts davon. Dadurch erhält der Umriß der Kaufläche eine etwas verschrobene Gestalt: der mesiale Seitenrand des Umrisses ist kürzer und geradliniger, der distale länger und gewölbter. Es ist in dieser Asymmetrie ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal des rechten und linken Zahnes gegeben. Die bukkale breite Seite des Umrisses besitzt eigentlich die Form eines außerordentlich niedrigen Zeltes, indem sie aus zwei in einem sehr niedrigen, dem mittleren Grat der Bukkalfläche entsprechenden Winkel zusammentreffenden Abteilungen besteht; beide können leicht eingebuchtet sein, besonders die mesiale. Der Übergang der bukkalen Seite in die beiden approximalen erfolgt mit abgerundeten Winkeln.

Die Kaufurche liegt etwas lingualwärts verschoben; auf das Gebiet des bukkalen Höckers entfallen in bukko-lingualer Richtung 5 *mm*, auf das des lingualen 4 *mm*. Die Furche ist sehr scharf geschnitten, tief. Gewöhnlich geht sie nicht bis an den Rand hinaus. Den dadurch entstehenden Randleisten der Kaufläche wird eine besondere mechanische Bedeutung zugeschrieben, sie sollen die Verbindung der beiden Höcker miteinander sichern, »ebenso wie der Zahnarzt bei der manchmal vorkommenden Längsfraktur eines Prämolarzahnes die beiden Bruchstücke mittels eines goldenen Bandes wieder immobilisiert«[1]. Amoedo[2] nennt sie »piliers de renforcement«. Das Verhalten der Kaufurche an ihren beiden Enden ist variabel. Am häufigsten endigt sie mit je zwei kurzen Ästen, wovon der tiefere bukkale sich bogenförmig oder unter stumpfwinklig eckigem Anschluß nach vorn wendet, während der unscheinbarere linguale fast in der geraden Fortsetzung der Kaufurche liegt. Oft fehlt der linguale Endzweig. In seltenen Fällen erstreckt sich die Kaufurche auf der mesialen Seite bis an den Rand, ja setzt sich sogar über dessen Einkerbung hinweg in die in solchen Fällen vorhandene senkrechte Furche der mesialen Berührungsfläche fort.

---

[1] Th. E. de Jonge Cohen, Anatomischer Anzeiger 51, 1918, S. 33.

[2] P. Poirier et A. Charpy, Traité d'anatomie humaine. Tome IV, Paris 1900. Les dents, par le docteur Amoedo.

Die Höcker sind an ihrer Basis oval oder kreisförmig begrenzt, sie sind kegelförmig (Buccoconus und Linguoconus), ihre Spitzen liegen in einem Abstand von 5·5 *mm* voneinander. An den einander zugekehrten Abhängen sind sie mit je einer Kante versehen; die des Wangenhöckers läuft streng bukko-lingual, senkrecht auf die Kaufurche, die des Zungenhöckers setzt diesen Verlauf nicht fort, sondern lenkt im Zusammenhang mit der mehr mesialen Verlagerung der lingualen Höckerspitze etwas mesial ab, so daß die beiden Kanten zusammen eine leicht winklig geknickte Linie bilden. Sie sind manchmal von schwachen Seitenfurchen begleitet. Die mesialwärts verschobene Lage der lingualen Höckerspitze erklärt die asymmetrische Form der Kaufläche.

Der bukkale Höcker ist in jedem Durchmesser stärker als der linguale; wie erwähnt, ragt er in senkrechter Richtung um 1 *mm* über den letzteren vor.

Von den Varianten der Kaufläche ist besonders der Fall zu erwähnen, wo der bukkale Schenkel der V-förmigen Endfurche der Kaurinne bis zum bukkalen Kaurand hinausgreift. Es werden hierdurch aus dem Gebiet des Wangenhöckers zwei seitliche Abschnitte in der Fortsetzung der Seitenwülste abgetrennt und der bukkale Höcker selbst beträchtlich eingeengt, ohne aber das Übergewicht über die seitlichen Zonen zu verlieren. Ein anderweitiger Zerfall des Wangenhöckers in kleinere Abteilungen kann dadurch erfolgen, daß die beiden senkrechten Rinnen der Bukkalfläche, die deren mittleren First zwischen sich fassen, ein wenig über den bukkalen Kaurand hinweg auf die Kaufläche übergreifen, um dort entweder frei auszulaufen oder sich mit den Begrenzungsfurchen der Randleisten zu vereinigen.

Die Wurzel des oberen P_1 tritt uns in zwei Formen entgegen: als einfache und als zweigeteilte Wurzel. Hillebrand fand von annähernd 1000 Zähnen 44% rein einwurzelig, 41·6% ausgesprochen zweiwurzelig, 14·4% an der Wurzelspitze tiefer oder weniger tief eingekerbt. Auch Taylor[1] gibt ähnliche Zahlen an: er fand 45% einwurzelige, 55% zweiwurzelige P_1 sup. Bei der einfachen Form, die also etwas in der Minderheit ist, sehen wir eine mäßig mesio-distal abgeplattete, ziemlich plumpe, nach der Spitze zu sich kegelförmig verjüngende Wurzel mit von Fall zu Fall verschieden tiefer seitlicher Einfurchung. Die Furchen können so tief sein, daß im apikalen Bereich nur eine dünne, durchscheinende Zementlamelle die bukkale und linguale Abteilung der Wurzel miteinander verbindet. Die mesiale Furche setzt sich oft unmittelbar in die manchmal vorhandene senkrechte Furche der mesialen Berührungsfläche fort. Es ist klar, daß die bukkale Wurzelabteilung mit dem Wangenhöcker, die linguale mit dem Zungenhöcker eine Einheit bildet. Die Prämolarzähne lassen sich ihrer

[1] A. E. Taylor, Variations of the human teeth form met with in isolated teeth. Journ. Anat. and Physiol. Vol. 33, 1899, pag. 268.

Gestalt nach von allen Zähnen am leichtesten in den Rahmen jener Form der Konkreszenzhypothese (d'Éternod, Bolk) einfügen, die den Zahn aus der Verwachsung eines bukkalen und eines lingualen Zahnelements hervorgehen läßt. Die Querschnittsform der Wurzel ist ein schmales, gleichschenkliges Dreieck mit starken seitlichen Einbuchtungen und abgerundeten Winkeln. Distale Abbiegungen der Wurzelspitze, ferner unregelmäßige Krümmungen und Knickungen der Wurzel kommen nicht gerade selten vor, ferner begegnet man manchmal skoliotischen und lordotischen Zahnformen.

Bei der zweiten Form schneidet von der Wurzelspitze her die Trennungsfurche verschieden tief ein und läßt dadurch den Zahn zu einem zweiwurzeligen werden mit allen Übergangsformen, von der leichten Einkerbung bis zur fast bis an den Hals reichenden Trennung. Die beiden sich oft leicht gegeneinander krümmenden Wurzeln liegen bukkal-lingual, davon ist die bukkale immer die stärkere, besonders im mesio-distalen Durchmesser, sie ist auch oft an der der anderen Wurzel zugekehrten Seite mit einer Längsfurche versehen. Schneidet diese Furche im Bereich der Spitze ganz durch, so kommt es zu einer Trennung der bukkalen Wurzel in zwei Zacken und wir haben dann einen dreiwurzeligen Prämolarzahn, wie bei den Affen, vor uns. Dies ist allerdings ein sehr seltenes Vorkommnis; Hillebrand gibt als dessen Häufigkeitszahl 2·2% an. P. de Terra (1906) fand am Schädel eines Timoresen sämtliche obere Prämolaren dreiwurzelig. Die beiden Wurzeln divergieren häufig in ziemlich starkem Grade. Nach Amoedo ist bei getrennten Wurzeln des ersten oder zweiten oberen Prämolars das entsprechende Jugum alveolare stärker, was mit dem Finger am Zahnfleisch herausgefühlt werden kann.

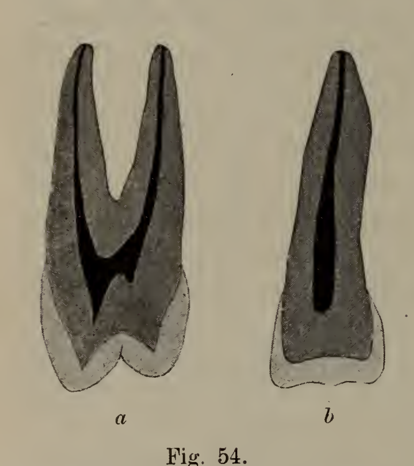


Fig. 54.
Oberer erster Prämolar. *a* = Bukko-lingualschliff (mit der bukkalen Seite nach links); *b* = Mesio-distalschliff.

Bei dem zweiwurzeligen P_1 ist der Wurzelkanal natürlich immer doppelt, er ist es aber auch oft bei dem einwurzeligen. Nach Heß findet sich nur in 19·5% ein einfacher Kanal; auf den Doppelkanal entfallen 79·3%, auf den dreifachen 1·2%. Ich finde in 23% einen einfachen Kanal. Es kann auch vorkommen, daß die an der Wurzelspitze mit zwei Öffnungen entspringenden Wurzelkanäle sich sehr bald zu einem einfachen Gang vereinigen. Apikaler Nebenast in 36%. Auf dem bukko-lingualen Durchschnitt des Zahnes (Fig. 54*a*) erscheint der Kanal breiter als auf

dem mesio-distalen. Von der bukkalen Seite betrachtet beginnt der Kanal schon in der mittleren Höhe der Wurzel oder auch schon etwas früher sich trichterförmig zu erweitern. Die Erweiterung, die auch den Pulparaum ohne besonderen Absatz in sich begreift, hat in der Höhe des Schmelzrandes ihre breiteste Stelle, von hier an verschmälert sich der Hohlraum unter Bildung eines stumpfen Winkels. Er dringt in die Krone nur bis zur Grenze des zervikalen und mittleren Drittels hinein. In jeden Höcker sendet das Cavum einen in einer scharfen Spitze endigenden Zipfel, von denen der vestibulare beträchtlich tiefer gegen die Kaufläche reicht und zugeschärfter ist. Zwischen den beiden Divertikeln, entsprechend der Kaufurche, sehen wir die Wandung des Pulpakanals rechtwinklig gegen den Hohlraum vorgebuchtet. Die Schmelzlage der Kaufläche ist in der Tiefe der Kaufurche am dünnsten; der kürzeste Weg zum Pulparaum führt von hier zur Spitze des Bukkaldivertikels. Mesio-distale Durchschnitte des Zahnes (Fig. 54*b*) zeigen einen viel unansehnlicheren Hohlraum; der Kanal ist ein schmaler Spalt, der sich schon im Bereich der mittleren Wurzelzone allmählich ein wenig verbreitert, um im zervikalen Abschnitt der Krone leicht kolbig verdickt und nach der Kaufläche zu abgerundet zu endigen. Als große Ausnahmen kommen auch — bei doppeltem Wurzelkanal — zwei getrennte Pulpahöhlen vor.

Maße:

Maximale Kronenhöhe an der Bukkalfläche	8 *mm*
Maximale Kronenhöhe an der Zungenfläche	7 *mm*
Minimale Kronenhöhe mesial	4·5 *mm*
Minimale Kronenhöhe distal	4 *mm*
Kronenbreite bukkal	7·5 *mm*
Dicke der Krone an der Basis	9·5 *mm*
Mesio-distaler Durchmesser des Halses	5·5 *mm*
Bukko-lingualer Durchmesser des Halses	9 *mm*
Länge der Wurzel bukkal	13 *mm*
Länge der Wurzel lingual	13 *mm*
Länge der Wurzel approximal	12·6 *mm*
Länge des ganzen Zahnes	21 *mm*

Oberer zweiter Prämolar.

Die Unterschiede gegen den ersten sind sehr unbedeutend, und es gehört eine sehr genaue Kenntnis der maßgebenden unscheinbaren Einzelheiten dazu, um an einem isolierten oberen Bicuspis die Diagnose, ob ein erster oder zweiter Backenzahn vorliegt, mit Sicherheit feststellen zu können. Zumeist erscheint die Krone des zweiten Bicuspis um ein geringes kleiner

als die des ersten, und zwar sowohl der Breite als der Höhe nach. Der mittlere Vorsprung des Kaurandes ist etwas stumpfer, niedriger, die Seitenwinkel der Schneide weisen eine etwas tiefere, das heißt der Kaulinie genähertere Lage auf. Die Querwölbung der Krone scheint gleichmäßiger, ohne ausgesprochenen mittleren Kamm. Beide Berührungsflächen sind gewölbt, nicht nur die distale wie beim ersten Backenzahn.

Etwas markanter sind die Kennzeichen, die uns die Betrachtung der Kaufläche an die Hand gibt. Die Gestalt dieser Fläche erscheint komprimierter, schmäler; die Krone verjüngt sich lingualwärts weniger, der Breitenunterschied zwischen bukkaler und lingualer Fläche ist geringer, der Umriß der Kaufläche nähert sich mehr einer Ellipse. Die beim ersten Backenzahn erwähnte Asymmetrie des Umrisses — durch mesialwärts verschobene Lage der lingualen Abrundung — ist zwar auch hier nachweisbar und kann ebenfalls zur Unterscheidung des rechten vom linken Zahne dienen, ist aber hier viel schwächer angedeutet und auch nicht ganz beständig. Zu diesen Kennzeichen kommt noch dasjenige, daß die Kaufurche kürzer, weniger tief und variabler ist, ferner daß die auf der Kaufläche befindliche bukko-linguale Leiste des Bukkalhöckers oft fehlt. Die Seitenwülste der Kaufläche sind verhältnismäßig breiter und werden oft gegen die beiden Höckergebiete statt der V-Furche nur durch kleine unregelmäßige Grübchen begrenzt. Auch begegnen wir hier nicht selten, wie schon Black[1] hervorhebt, ganz kurzen akzessorischen Furchen, die von der Kaufurche bukkalwärts ausgehend vom Gebiet des Bukkalhöckers kleine Wülstchen abgrenzen; am ersten Bicuspis kommt dies nur sehr selten vor.

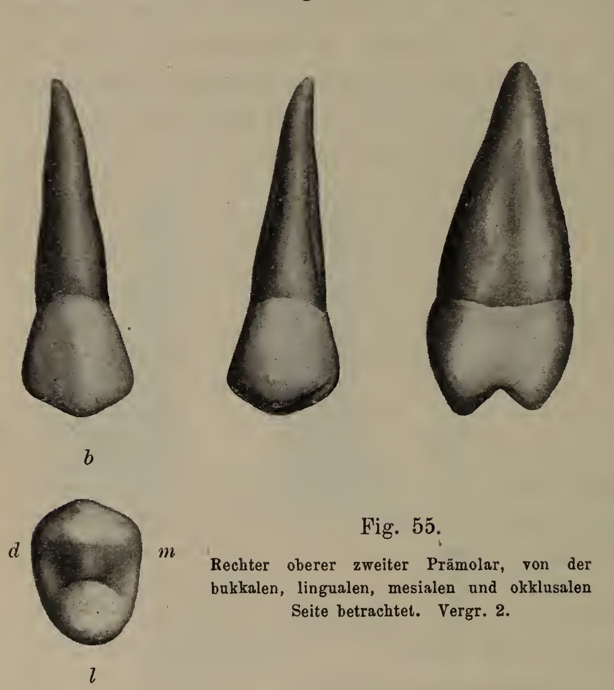


Fig. 55.
Rechter oberer zweiter Prämolar, von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite betrachtet. Vergr. 2.

[1] G. V. Black, Descriptiv Anatomy of the Human Teeth. Philadelphia, S. 46.

Das wichtigste Erkennungszeichen des Zahnes kommt aber bei der Betrachtung von der Berührungsfläche zur Ansicht: die fast gleiche Stärke der beiden Höcker. Ihre Spitzen befinden sich beinahe in der gleichen Horizontalebene, der sie trennende Einschnitt gestaltet sich stumpfer als beim ersten P, der linguale Abhang des Wangenhöckers weniger steil. Diese Gleichstellung ist weniger der stärkeren Entwicklung des Lingualhöckers als der schwächeren Entwicklung des Wangenhöckers zuzuschreiben. Bei der Betrachtung von dieser Seite sehen wir auch, daß der Winkel, den die Bukkalfläche der Krone mit dem Wurzelkontur bildet, stumpfer ist als beim ersten Backenzahn, falls dieser nicht zweiwurzelig ist, in welchem Falle ein Winkel überhaupt nicht ausgeprägt ist.

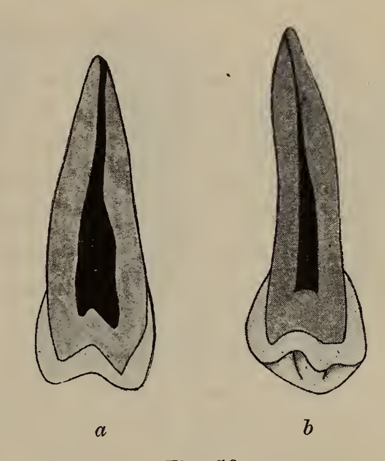


Fig. 56.
Oberer zweiter Prämolar. *a* = **Bukko-lingualschliff;** *b* = **Mesio-distalschliff.**

Bezüglich der Wurzel ist zu sagen, daß die Seitenfurchen hier viel unbeständiger und im allgemeinen schwächer sind als bei P_1, sie ist infolgedessen von etwas massiverer Beschaffenheit, woraus sich dann das trotz des geringeren Kronenvolums etwas größere Gewicht dieses Zahnes gegenüber seinem mesialen Nachbar erklärt. Eine Spaltung und Zweiteilung der Wurzel kommt hier schon sehr viel seltener vor. Hillebrands 785 obere P_2 umfassende Statistik ergab 87·6% rein einwurzelige Zähne; unter den restierenden 12·4% fanden sich 7·9% Fälle reiner Zweiwurzeligkeit, in 3 Fällen (0·38%) zerfiel die bukkale Wurzel in weitere zwei Spitzen. Tylor fand den zweiten oberen Bicuspis in 14% zweiwurzelig.

Der Wurzelkanal (Fig. 56) ist sehr oft, nach Heß in 42% auf eine kürzere oder längere Strecke doppelt, in 2% sogar dreifach, wobei die Kanäle durch Querbrücken miteinander zusammenhängen können. An meinem Material war der Kanal in 45·5% einfach, in 45·5% seiner ganzen Länge nach geteilt, in 31·7% nur partiell, entweder mit einfachem apikalen Anfangsstück und baldiger Trennung oder häufiger mit zwei apikalen Kanalstrecken, die sich nach 2—6 *mm* vereinigten. Auffallend ist die Häufigkeit der apikalen Bifurkationen des Kanals, sie beträgt, einschließlich der apikalen Nebenäste, 70%.

Maße des P_2 sup.:

Kronenhöhe an der Bukkalfläche . . . . . 7 *mm*
Kronenhöhe an der Zungenfläche . . . . . 7 *mm*

Kronenhöhe mesial	4·5 *mm*
Kronenhöhe distal	4 *mm*
Kronenbreite bukkal	7 *mm*
Dicke der Krone an der Basis	9·5 *mm*
Mesio-distaler Durchmesser des Halses	5 *mm*
Bukko-lingualer Durchmesser des Halses	9 *mm*
Länge der Wurzel bukkal	14 *mm*
Länge der Wurzel lingual	14 *mm*
Länge der Wurzel approximal	13·6 *mm*
Länge des ganzen Zahnes	21 *mm*

Unterer erster Prämolar.

Die unteren Bicuspides lassen sich unschwer von den oberen unterscheiden vermöge der sich der Kreisform nähernden Umrißform ihrer Kaufläche. Bei dem ersten unteren — dem schwächsten der vier Backenzähne — kommt als weiteres augenfälliges Kennzeichen die besonders schwache Entwicklung des Zungenhöckers hinzu; dieser stellt sich hier sozusagen nur als ein stärkeres Tuberculum dentis dar, wodurch sich dieser Zahn einigermaßen dem Eckzahntypus nähert. Bezeichnend für ihn ist auch die große Variabilität des Kauflächenreliefs.

Die Bukkalfläche der Krone hat viel Ähnlichkeit mit der der oberen Prämolaren, besonders des zweiten. Der Kaurand weist in der Mitte eine stumpfe, niedrige Spitze auf; die sich in ihr vereinigenden Seitenteile des Randes sind leicht ausgehöhlt oder geradlinig. Die Seitenwinkel stehen dem Kaurand noch mehr genähert als bei den oberen Prämolaren, sie sind in gleicher Höhe angebracht. Der Schmelzüberzug erstreckt sich auf der Bukkalseite zervikalwärts weiter als bei den oberen Prämolaren, hierdurch wird diese Fläche der Krone etwas länger, gestreckter. Eine schmale senkrechte mediane Leiste ist sehr oft, aber durchaus nicht regelmäßig erkennbar. Die Krümmung dieser Fläche ist nach beiden Richtungen, senkrecht wie horizontal, gut ausgeprägt, aber hauptsächlich nur im zervikalen Abschnitt. Betrachtet man die Krone von der Seite her, so sieht man, daß ihre Konturlinie wie aus zwei Abschnitten besteht. Der zervikale Teil steht annähernd senkrecht mit starker wangenwärts gerichteter Wölbung, der dem Kaurand näher gelegene Abschnitt ist dagegen schräg zungenwärts geneigt und läuft mehr oder weniger geradlinig; die beiden Teile treffen unter stumpfem Winkel zusammen. Dadurch erscheint die Wangenfläche in der Nähe des Halses bauchig vorgetrieben. Es ist dies eine Folge der sich hier schon auffallend bemerkbar machenden »Kronenflucht« (Kopsch), das heißt der Einwärtsneigung der Krone. Auch bei den oberen Bicuspides sehen wir Ähnliches, aber nicht so ausgesprochen wie hier.

Die Zungenfläche erfährt infolge der geringen Entwicklung des Lingualhöckers eine starke Reduktion in senkrechter Richtung; der Höhenunterschied der beiden Flächen beträgt etwa 3·5 *m* (9 : 5·5), oft auch 4 *mm*. Die Fläche ist niedrig, nach beiden Richtungen stark und gleichmäßig gewölbt. Ebenso wie auf der Bukkalfläche ist der Schmelzrand auch hier nur ganz leicht zervikalwärts konvex. Am Kaurand tritt eine niedrige, von zwei Aushöhlungen eingefaßte Spitze hervor, zumeist nicht gerade median, sondern ein wenig mesialwärts von der Mitte. Eine häufige Varietät dieses Randes ist, daß der mittlere Vorsprung auf beiden Seiten oder nur auf der einen, und zwar in diesem Falle viel häufiger auf der mesialen, durch scharfe Einschnitte und oft auch durch senkrechte Furchen der Lingualfläche begrenzt ist, wodurch er sich zu einem besonderen schmalen Zäpfchen ausbildet. Aber auch das Gegenteil kommt gelegentlich vor: Fälle, wo der linguale Kaurand ganz geradlinig, ohne jeden Vorsprung verläuft.

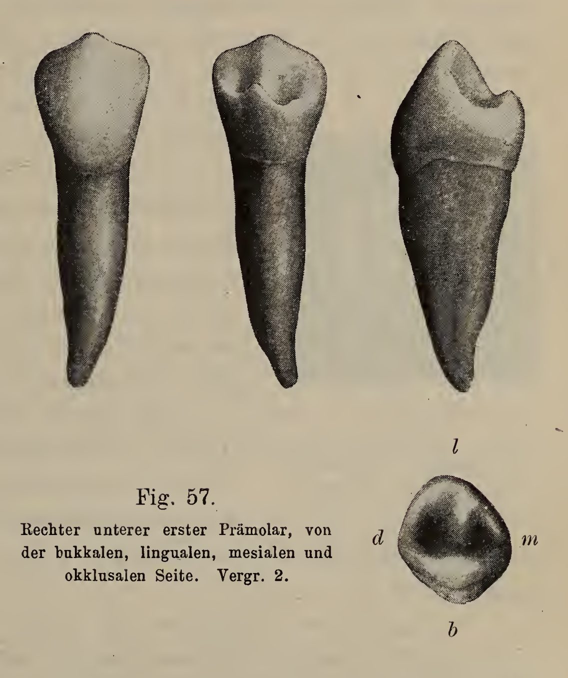


Fig. 57.
Rechter unterer erster Prämolar, von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

Bei der Seitenansicht der Krone erkennt man den großen Unterschied (3·5—4 *mm*) in der Höhe der beiden Höcker; sie verhalten sich zueinander wie zwei Stufen einer Treppe. Der linguale Höcker ist außerordentlich schwach; der die beiden Höcker trennende, durch geradlinige Ränder begrenzte stumpfwinklige Einschnitt wendet seine Öffnung schräg der Mundhöhle zu. Beide Approximalflächen sind gewölbt, insbesondere in der Nähe des Kaurandes. Der Schmelzrand liegt beiderseits in gleicher Höhe und ist geradlinig zu nennen, nur in seinem vorderen Drittel lenkt er eine Spur schief zervikalwärts ab.

Bei der Beschreibung der Kaufläche haben wir zunächst deren Umrißform zu berücksichtigen. Sie nähert sich einem Kreis, indem mesio-distaler und bukko-lingualer Durchmesser ungefähr von gleicher Länge sind. Manchmal ist die Kreisform buchstäblich durchgeführt, in der Regel ist dies aber nicht der Fall. Die Abweichung besteht zunächst darin, daß bukkal drei stumpfe, abgerundete Winkel am Umriß zu erkennen sind, ein mittlerer,

sehr niedriger, der dem medianen Grat der Wangenfläche entspricht, und zwei seitliche, die den Übergang der Zungenfläche zu den Berührungsflächen bezeichnen. Zweitens verschmälert sich der Umriß eine Kleinigkeit lingualwärts, um abgerundet zu endigen. Eine leichte Asymmetrie der Kaufläche ist in der Regel auch hier nachzuweisen, indem die konvexeste Stelle der lingualen Abrundung eine Spur distalwärts (nicht mesialwärts, wie bei den oberen Bicuspidaten!) verschoben und der proximale Umfang daher etwas stärker gewölbt als der distale erscheint. Diese Asymmetrie kann als Unterscheidungsmerkmal der Zähne der beiden Seiten dienen. Man muß den Zahn aber zur Prüfung dieses Merkmals genau so vor sich halten, natürlich mit der Kaufläche dem Beschauer zugekehrt, daß die beiden bukkalen Seitenwinkel streng in eine Querlinie fallen. Leider ist das Merkmal nicht ganz konstant, indem es auch Zähne mit symmetrisch geformter Kaufläche gibt.

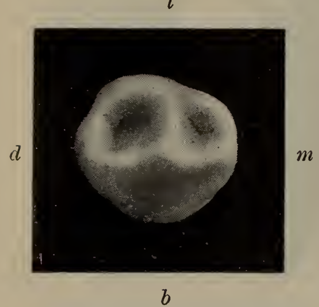


Fig. 58.
Rechter unterer erster Prämolar; »zusammengequetschte Form«.

Bei einer nicht gerade seltenen, auch von Mühlreiter erwähnten Ausnahmeform überwiegt der mesio-distale Durchmesser beträchtlich über den bukko-lingualen, die Krone ist also nach dem Ausdruck des genannten Autors »förmlich in die Breite gequetscht«. In der Fig. 58 ist ein solches Exemplar wiedergegeben.

Die beiden Höcker nehmen sehr ungleichen Anteil an der Bildung der Kaufläche; in bukkolingualer Richtung ist der linguale halb so groß wie der bukkale und auch in querer Richtung viel unansehnlicher. Die Kaufurche liegt daher stark zungenwärts verschoben.

In betreff des Verhältnisses der beiden Höcker zueinander lassen sich die vielfachen Varianten in zwei Gruppen ordnen. Bei der einen liegt eine scharfe Trennung der Höcker wie bei den oberen Prämolaren vor, bei der anderen ist die Trennungsfurche überbrückt durch eine leistenförmige bukkolinguale Erhabenheit, wodurch an die Stelle der zusammenhängenden Kaufurche zwei durch den Verbindungssteg geschiedene Grübchen treten. Die beiden Spielarten kommen nach meinen Beobachtungen ungefähr in gleicher Häufigkeit vor, daneben gibt es aber auch noch Übergangsformen, bei welchen die Verbindungsleiste in der Mitte so tief eingesattelt ist, daß man schwankend wird, ob man den Zahn in die erste oder in die zweite Kategorie einreihen soll.

Ist eine vollkommene Trennung vorhanden, so sehen wir zumeist eine nach der Wangenseite konkave halbkreisförmige Furche, durch die der linguale Höcker als halbmondförmiger Wulst von dem rundlichen bukkalen

abgetrennt wird. Der Halbmond ist am breitesten etwas mesial von der Mitte, wo sich auch die sehr niedrige, abgerundete Höckerspitze befindet. Bei etwas stärker entwickeltem Zungenhöcker erscheint die intercuspidale Furche nicht mehr halbmondförmig, sie ist eher geradlinig, ja sie kann in ihrer mittleren Abteilung leicht bukkalwärts vorgebuchtet sein. Die beiden Seitenenden der Furche sind stets bukkalwärts gekrümmt, sie entsprechen den bukkalen Schenkeln der seitlichen V-Furche der oberen Prämolaren; infolge der asymmetrischen Gestalt des Umrisses ist der mesiale Schenkel des Halbmondes gewöhnlich länger als der distale. Der Wangenhöcker weist auch hier wie bei den oberen Backenzähnen auf der dem anderen Höcker zugekehrten Seite eine bukko-linguale Kante auf, die sehr häufig zu beiden Seiten von parallelen Vertiefungen begrenzt ist.

Die bukkal umgebogenen Enden der Kaufurche greifen manchmal weit auf das Gebiet des Wangenhöckers über und zerlegen diesen dadurch in drei Abteilungen, wovon die mittlere den eigentlichen Höcker darstellt, die beiden randständigen den bukkalen Enden der Seitenwülste entsprechen.

Auch der unansehnliche Zungenhöcker erfährt manchmal eine Trennung, und zwar in noch schärferer Weise, in mehrere Teilstücke. Sein Spitzengebiet kann sich durch kurze Rinnen, die von der Kaufurche ausgehen, zu einem besonderen scharf abgesetzten warzenförmigen Höckerchen isolieren. Oft ist aber eine solche Grenzfurche nur auf der einen, und zwar wie mir scheint häufiger auf der distalen Seite vorhanden. Erwähnenswert ist auch der nicht gerade seltene Fall, wo der Lingualhöcker in der Mitte gespalten, der Zahn also dreihöckrig ist.

Bei der zweiten Form setzt sich die bukko-linguale Kante des Wangenhöckers in eine scharfe Leiste fort, die direkt zur erhöhtesten Stelle des Zungenhöckers hinleitet. Die Leiste ist in der Regel in der Mitte etwas eingesattelt.

Es gibt Fälle mit auffallend schwach entwickeltem Lingualhöcker, bei welchem die steil abfallende Kaufläche wie beim Eckzahn mit der Zungenfläche der Krone völlig verschmilzt.

Die Wurzel des P_1 inf. ist einfach, mesio-distal mäßig zusammengedrückt, etwas weniger als bei den oberen Prämolaren. Die Angabe, daß sie »im allgemeinen rundlich« sei, indem der bukko-linguale Durchmesser »bloß am Hals entschieden größer als der mesial-distale« sei (Mühlreiter), habe ich nicht bestätigt gefunden. Selbst an der Spitze finde ich die Querschnittsform der Wurzel noch elliptisch; weiter zervikalwärts ist sie oval. Bei der Seitenansicht erscheint der bukkale Kontur der Wurzel leicht gewölbt, der linguale geradlinig oder sogar — seltener — leicht konkav. Schwache Seitenfurchen sind in der Mehrzahl der Fälle vorhanden, oft allerdings nur leise angedeutet, aber nur im mittleren Drittel der Wurzel;

apikal- und zervikalwärts verlieren sie sich. Mesial ist die Furche oft durch zwei eng beieinander laufende Parallelfurchen vertreten, die eine flache, dem Wurzelkanal entsprechende Längsleiste zwischen sich fassen. Eine Zweiteilung der Wurzel kommt zwar vor, aber nur als große Seltenheit, dagegen wird eine Distalkrümmung der Wurzel, die bei der Extraktion eine Fraktur der Alveolenwand verursachen kann, in etwa 25% angetroffen. Das Wurzelende läuft gewöhnlich zugespitzt aus.

Der Wurzelkanal ist in der Regel einfach, hin und wieder — nach Heß in 2·3%, nach meinen Befunden in 13·3% — streckenweise oder seiner ganzen Länge nach bukko-lingual doppelt. Am bukko-lingual halbierten Zahn (Fig. 59 *a*) sehen wir ihn leicht bukkalwärts gewölbt verlaufen. In der Mitte der Wurzelhöhe beginnt die spindelförmige Erweiterung des Kanals zur Zahnkammer; ihre breiteste Stelle erreicht diese in der Höhe des Schmelzrandes oder schon etwas früher. In der Krone verschmälert sie sich, nachdem sie entsprechend dem Lingualhöcker eine unbedeutende stumpfwinklige Zacke gebildet hat, und endigt in dem lanzettförmig zugespitzten, in der direkten axialen Fortsetzung des Wurzelkanals liegenden Bukkalrezeß. Der kürzeste Weg zur Kammer führt auch hier, wie bei den oberen Prämolaren, vom tiefsten Punkt der Kaufurche zum bukkalen Divertikel.



Fig. 59.
Schliffe durch den unteren ersten Prämolar. *a* = Bukko-lingualschliff; *b* = Mesio-distalschliff.

An mesial-distalen Längsschliffen des Zahnes (Fig. 59 *b*) erscheint der Kanal viel enger. Wurzelkanal und Pulparaum lassen sich kaum gegeneinander abgrenzen; nach einer sehr feinen, gleichmäßigen Strecke von etwa 6 *mm* in der Wurzelspitze erweitert sich der Kanal zu einer schlanken, lang ausgezogenen Spindel, deren breiteste Stelle (2 *mm*) im Bereich des Halses liegt.

Fast in einem Drittel der Fälle gabelt sich der Kanal unmittelbar an der Spitze, um mit zwei getrennten Öffnungen auszumünden, wovon der eine Ast häufig ein unscheinbarer Nebenzweig ist.

Maße des P_1 inf.:

Maximale Kronenhöhe bukkal	8·5 *mm*
Maximale Kronenhöhe lingual	5 *mm*
Minimale Kronenhöhe approximal	4 *mm*
Kronenbreite bukkal	7 *mm*

Dicke der Krone	8	*mm*
Mesial-distaler Durchmesser des Halses	5	*mm*
Bukko-lingualer Durchmesser des Halses	8	*mm*
Länge der Wurzel bukkal	12·5	*mm*
Länge der Wurzel lingual	12·5	*mm*
Länge der Wurzel approximal	13	*mm*
Länge des ganzes Zahnes	21	*mm*

Zweiter unterer Prämolar.

Der zweite untere Bicuspis ist ein leicht zu diagnostizierendes Element des Gebisses. Die annähernd kreisförmige Kaufläche sichert die Diagnose »unterer Backenzahn«, gegenüber seinem mesialen Nachbar bildet der verhältnismäßig stärkere Zungenhöcker ein augenfälliges Kennzeichen. Zur Entscheidung der Frage, welcher Seite ein zweiter Bicuspis angehört, hat man sich an die Beschaffenheit des lingualen Kaurandes und an das Relief der Kaufläche zu halten.

Der Zahn erscheint sowohl im Kronen- wie im Wurzelanteil um eine Spur plumper als sein mesialer Nachbar.

Die Bukkalfläche der Krone verhält sich wie bei P_1 inf., nur pflegt die mittlere Spitze des Kaurandes noch etwas stumpfwinkliger zu sein.

Die Lingualfläche ist infolge der stärkeren Entwicklung des Zungenhöckers etwas höher; sie ist nach beiden Richtungen stark gewölbt und vom Hals gegen den Kaurand stark zungenwärts geneigt. Der linguale Kaurand weist zumeist ein stark asymmetrisches Verhalten auf; dem Gipfel des Zungenhöckers entsprechend sehen wir nämlich an diesem Rand eine wohlausgebildete Spitze, die sich aber nicht in der Mitte des Randes, sondern stark in mesialer Richtung verlagert befindet. Infolgedessen sind die beiden Abschnitte, in die der Rand durch die Spitze zerfällt, von sehr ungleicher Länge: der mesiale ist kurz, der distale lang, dabei ist ersterer geradlinig, steil, letzterer stark ausgehöhlt, sich der horizontalen Richtung nähernd. Zuweilen ist die Spitze völlig an die mesiale Ecke dieses Randes gerückt. Freilich sind auch Zähne mit ganz geradem oder abgerundetem lingualen Kaurand anzutreffen, doch ist in solchen Fällen trotz der scheinbar intakten Beschaffenheit des Zahnes der Verdacht einer Usur schwer auszuschließen.

Die seitliche Betrachtung des Zahnes gewährt uns eine Anschauung über das gegenseitige Verhältnis der beiden Höcker. Hält man den Zahn genau senkrecht, so ergibt sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ein Höhenunterschied von 0·5 *mm* zugunsten des Bukkalhöckers, doch gibt es zahlreiche Fälle, wo sich die beiden Höckerspitzen genau in das gleiche Niveau einstellen. Von den vier Prämolaren ist der in Rede stehende der-

jenige, bei dem der Zungenhöcker die verhältnismäßig stärkste Entwicklung erreicht, dessenungeachtet bleibt er immer noch etwas schwächer als der bukkale. Der Zahn wird dadurch einem bukko-lingual halbierten unteren Molarzahn ähnlich, wobei man sich aber diesen halben Zahn in mesio-distaler Richtung etwas stärker entfaltet zu denken hat. Die Kaufläche steht beinahe horizontal. Der bei der Seitenansicht sichtbare intercuspidale Einschnitt ist auf eine seichte, manchmal ausgerundete Einziehung reduziert.

Die beiden Approximalflächen sind von gleicher Wölbung; sie sind infolge der stärkeren Entwicklung des Lingualhöckers ausgedehnter als bei P_1 inf. Die Schmelzgrenze läuft geradlinig oder nur minimal wurzelwärts konkav. Das Profil der Krone besteht bei der Seitenansicht auch hier bukkal aus den beim P_1 inf. beschriebenen zwei stumpfwinklig zusammentreffenden Abteilungen, in der zervikalen Abteilung tritt es bauchig hervor, im Zusammenhang damit grenzt sich die Krone am Schmelzrand wulstig gegen den Hals ab, weiter gegen den Kaurand lenkt der Kontur schief nach der Zungenseite ab. Lingual dagegen stellt das Wurzelprofil die gerade, nur leicht gewölbte Fortsetzung des Wurzelkonturs dar.



Fig. 60.
Unterer rechter zweiter Prämolar, von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

Die Kaufläche ist in der Regel bukko-lingual und mesio-distal von gleichem Durchmesser, etwas rundlicher, plumper, symmetrischer als bei P_1 inf. Eine völlig kreisförmig abgerundete Umrißform ist hier häufig anzutreffen, zumeist ist aber auch hier die bukkale Abflachung des Umrisses mit den drei stumpfen Winkeln zu erkennen. Manchmal wird die Kaufläche durch Herausbildung zweier lingualer Seitenwinkel zu einem Viereck oder, wenn noch dazu auch der bukkale mediane Vorsprung besser entwickelt ist, zu einem Fünfeck. Zuweilen erscheint der Umriß seitlich etwas komprimiert wie bei den oberen Backenzähnen. Eine leichte Asymmetrie der Kaufläche

läßt sich auch hier in der Mehrzahl der Fälle in demselben Sinne wie beim ersten Prämolar erkennen, doch ist sie hier nicht so typisch. Ist sie stärker ausgeprägt, so wird der Umriß zu einem rechteckigen Trapezoid.

Die beiden Höcker sind scharf voneinander getrennt, die Kaufurche erscheint nur selten durch eine Verbindungsleiste überbrückt, die dann aber niemals einer mittleren Einsattlung entbehrt. Die Kaufurche verläuft ganz wenig lingualwärts von der mesio-distalen Halbierungslinie der Kaufläche, dem bukkalen Höckerfeld fällt also auch hier ein etwas größeres Gebiet zu. Sie ist geradlinig und kurz. Die Seitenwülste sind ziemlich breit, sie grenzen sich in der Regel nur gegen den Bukkalhöcker ab, und zwar durch je ein Grübchen oder eine längliche Vertiefung, die sich unter rechtem oder ein wenig stumpfem Winkel an die Kaufurche anschließt. Seltener ist, daß sich die Grenzfurche des Randwulstes auf der einen oder auf beiden Seiten noch weiter lingualwärts erstreckt, unter T-förmigem Anschluß an die Kaurinne.

Abweichungen von dem geschilderten typischen Verhalten sind aber nicht selten. Ich registriere hier einige: 1. Die Kaurinne geht wie beim ersten unteren Bicuspis halbmondförmig, ohne scharfe Grenze, in die beiden seitlichen Grenzfurchen über. 2. Schiefer Verlauf der Kaufurche; das distale Ende liegt viel mehr lingual als das proximale und trifft mit der wohlentwickelten seitlichen Grenzfurche unter einem bukkalwärts offenen spitzen Winkel zusammen, während mesial die Furche bloß durch ein unscheinbares Grübchen vertreten ist. 3. Die Kaufurche senkt sich mit einer mittleren, oft etwas mesialwärts verschobenen Spitze in den Zungenhöcker ein.

Der bukkale Höcker ist ausgesprochen kegelförmig. Von seiner Spitze senkt sich eine streng bukko-lingual verlaufende Leiste zur Kaufurche. Der Zungenhöcker ist stumpfer, seine Spitze liegt mehr mesial, ihr entspricht die Zuspitzung des lingualen Kaurandes, über deren mesial-exzentrische Lage schon oben berichtet wurde. Von der Spitze des Höckers sehen wir in der Regel auch hier eine niedrige Kante zur Kaufurche ziehen, wo sie unter stumpfem Winkel mit der Kante des Bukkalhöckers zusammentrifft.

Von den Varianten des Lingualhöckers ist die häufigste, daß er sich entsprechend dem geschilderten breiten Ausschnitt des lingualen Kaurandes durch eine tiefe Furche, eine Fortsetzung der Grenzrinne des distalen Randwulstes, gegen diesen letzteren abgrenzt. Das linguale Ende dieses Randwulstes kann sich dabei zu einem besonderen Hügelchen, gleichsam zu einem zweiten, kleineren Zungenhöcker erheben, der sich auch seinerseits von den übrigen Teilen der Randleiste durch eine Vertiefung isolieren kann. In einigen mir vorliegenden Fällen besteht dieser akzessorische Höcker aus zwei distinkten Knötchen. Es mag auch vorkommen (Mühlreiter), daß sich der akzessorische Höcker zu gleicher Stärke wie der eigentliche Zungenhöcker entfaltet; in solchem Falle durchschneidet die

die beiden Zungenhöcker trennende Furche die Lingualzone der Kaufläche in ihrer Mitte. Die Spitze des Zungenhöckers kann sich gegen seine Umgebung warzenförmig durch Rinnen abgrenzen.

Über die Wurzel läßt sich nach dem beim ersten unteren Prämolar Gesagten kaum etwas Besonderes hinzufügen; höchstens daß sie um ein geringes plumper ist. Seitenfurchen fehlen in etwa einem Drittel der Fälle. Eine Zerklüftung der Wurzel in eine bukkale und linguale Zacke ist vielleicht noch seltener als bei P_1 inf. Mühlreiter hat einen ähnlichen Fall beobachtet. Dagegen kommt es nicht gerade selten vor, daß die Wurzelspitze etwas distalwärts umgekrümmt ist. Auch für diesen Zahn, wie für den vorhergehenden, ist die starke Verjüngerung der Wurzel gegen ihre Spitze charakteristisch.



Fig. 61.
Zweiter unterer Prämolar. *a* = Bukko-lingualschliff; *b* = Mesio-distalschliff.

Der Wurzelkanal (Fig. 61) ist fast immer einfach, nur in 7·5% nach Heß doppelt, jedoch fand ich in 35% der Fälle eine Gabelung des Kanals in der Zementkappe mit zwei Mündungen, einer Hauptöffnung und einer Nebenmündung. In drei Fällen von 68 lag eine richtige »apikale Verästlung« vor; der Kanal löste sich in der Spitze in ein Büschel von fünf bis sieben teilweise anastomosierenden Kanälchen auf, die mit ebensoviel Öffnungen die Oberfläche erreichten.

Maße des P_2 inf.:

Maximale Kronenhöhe bukkal	7·5 *mm*
Maximale Kronenhöhe lingual	7 *mm*
Minimale Kronenhöhe approximal	4 *mm*
Kronenbreite bukkal	7 *mm*
Dicke der Krone	9 *mm*
Mesio-distaler Durchmesser des Halses	5 *mm*
Länge der Wurzel bukkal	13·5 *mm*
Länge der Wurzel lingual	13·5 *mm*
Länge der Wurzel approximal	14 *mm*
Länge des ganzen Zahnes	21 *mm*

Molarzähne.

Mit den Mahlzähnen oder Molaren (Dentes molares, molares majores, multicuspidati) gelangen wir zu den am meisten differenzierten Gliedern des

Gebisses. Sie sind ausgezeichnet durch die weite Ausdehnung ihrer Kaufläche und durch die multiple Höckerbildung auf dieser, wodurch sie zur Zermalmung der Nahrungsmittel besonders geeignet werden. Die Höcker sind durch eine Kreuzfurche, die sich an ihrer Kreuzungsstelle zur Kaugrube vertieft, voneinander geschieden. Ein weiteres bezeichnendes Merkmal besteht in den mehrfachen Wurzeln, von denen die oberen Molaren drei, zwei bukkale und eine linguale, die unteren zwei, eine mesiale und eine distale, besitzen. Sie werden hierdurch, den gesteigerten mechanischen Anforderungen gemäß, stärker in den Kiefern verankert, wozu auch die mäßige Divergenz der Wurzeln das ihrige beiträgt. Als Unterscheidungsmerkmal zwischen den oberen und unteren Molaren sei neben der schon erwähnten Differenz in der Zahl der Wurzeln noch der Umstand erwähnt, daß die Kaufläche der oberen Zähne infolge der »ausgleichenden Kompression« mehr rhombisch oder elliptisch, die der unteren dagegen mehr oder weniger quadratisch gestaltet ist, ferner daß die Höckerzahl unten an jedem Zahn einen Vorsprung um einen Höcker gegen oben aufweist. Eine Sonderstellung kommt den Mahlzähnen gegenüber den übrigen auch noch dadurch zu, daß sie an der Stelle, die sie einnehmen, keine Vorgänger haben. Sie sind jene zwölf Zähne, durch die sich die Zahl der Elemente des Dauergebisses gegenüber den Milchzähnen von 20 auf 32 erhöht.

Allen Molarzähnen gemeinsam ist die schiefe Stellung des Zahnes im Verhältnis zur Kauebene in dem Sinne, daß die Längsachse des Zahnes mit der Wurzel schräg distalwärts ablenkt. Daraus resultiert eine gewisse asymmetrische Gestaltung der Krone; die Seitenflächen treffen mit der Kaufläche mesial unter spitzem, distal unter stumpfem Winkel zusammen. Stellt man den isolierten Zahn auf die Kaufläche auf, so kommt diese Schiefstellung besonders deutlich zur Ansicht. Es liegt darin auch ein augenfälliges Kennzeichen zur Bestimmung der Seite, der der Zahn angehört (Stellungsmerkmal).

Wägungen, die ich an mehreren Gebissen mit vollentwickelten und annähernd[1] intakten, das heißt nicht krankhaft veränderten und abgekauten Molaren vorgenommen habe, zeigen ein geringes Plus an Gewicht zugunsten der oberen Zähne, was wohl auf Rechnung der stärker entwickelten Wurzeln zu setzen ist; die Kronen sind unten nicht nur nicht kleiner, sondern im Gegenteil voluminöser als oben, besonders die des dritten Molars.

Durchschnittliche Gewichtszahlen:

M_1 sup. . . . . 2·15 *g*

M_2 sup. . . . . 2·06 *g*

[1] Ein Gebiß mit vollkommen entwickelten und von jeder Usur freien Molaren kommt wohl kaum vor infolge des großen Zeitabstandes im Hervortreten und in der vollen Entwicklung des ersten und dritten Molars.

M_3 sup. . . . . 1·87 *g*
M_1 inf. . . . . 2·02 *g*
M_2 inf. . . . . 1·91 *g*
M_3 inf. . . . . 1·57 *g*

Aus diesen Zahlen ergibt sich auch ein zweiter wichtiger Tatbestand: die sukzessive Gewichtsabnahme der Molaren vom ersten nach dem dritten hin, oben wie unten. Die Maßbestimmungen der Kronen zeigen dasselbe. Wir haben hier eine Erscheinung, die allgemein als ein Zeichen einer distalwärts fortschreitenden Reduktion aufgefaßt wird, eine Erscheinung, die schon bei den anthropoiden Affen, insbesondere beim Schimpansen, merklich einsetzt.

Der dritte Molar wird überhaupt als ein in Rückbildung begriffener Zahn beurteilt, besonders der obere, bei dem Kümmerformen, Stellungsanomalien usw. viel häufiger vorkommen als beim unteren. Nicht gerade selten ist das angeborne Fehlen eines oder mehrerer, eventuell aller Weisheitszähne. Es kann sich um Retention oder um wirkliche Agenesie, das heißt um das Ausbleiben jeder Anlage handeln. Über die Häufigkeit dieser Vorkommnisse lauten die Angaben etwas verschieden, geben aber alle hohe Werte an. Vram (1897) gibt für Europäer 23·6% (für Naturvölker weniger, so für die Papuas 10·9%, für die afrikanischen Neger 5·3%), M. de Terra (1905) 11%, P. de Terra (1911) 18 bis 19%, Hillebrand (1909) 13·5%, Schwerz (1916) für die Alemannen für den oberen Weisheitszahn 15%, für den unteren 12% an. — Über die Vermehrung der Molaren siehe später.

Erster oberer Molar.

Bei der Beschreibung dieses Zahnes wird es am zweckmäßigsten sein, von der charakteristischesten Fläche der Krone, der Kaufläche, auszugehen. Diese erscheint von rautenförmiger Gestalt, mit zwei spitzen Endwinkeln und zwei stumpfen Seitenwinkeln. Alle Winkel sind abgerundet, die längere Achse der Raute läuft schief von der bukko-mesialen zur linguo-distalen Seite. Doch ist die Raute stark asymmetrisch, eigentlich ein Rhomboid; von den beiden Seitenwinkeln tritt nämlich der eine, und zwar der linguale, stärker hervor als der gegenüberliegende bukkale, auch sind diese beiden Winkel gegeneinander in der Längsrichtung der Raute etwas verschoben; verbindet man sie nämlich durch eine Linie miteinander, so kreuzt diese den Längsdurchmesser des Rhomboids schief, mit dem bukkalen Ende mesialwärts, mit dem lingualen distalwärts hingeneigt.

Die typische Höckerzahl ist vier: je zwei an der Wangen- und Zungenseite. Davon sind die bukkalen annähernd von gleichem Umfang, nur um ein geringes ist der mesiale kräftiger als der distale, dagegen besteht zwischen den beiden lingualen ein ansehnlicher Unterschied, der mesiale

ist der bei weitem kräftigere, überhaupt der voluminöseste von den vier Höckern, während der distale nicht nur gegen seinen mesialen Nachbar, sondern auch gegen die beiden Bukkalhöcker stark zurücktritt. Im allgemeinen hat die linguale Abteilung der Krone das Übergewicht über die bukkale.

Es dürfte nicht überflüssig sein, die Osbornschen (1888) Bezeichnungen der vier Höcker hier anzuführen, welche natürlich mit der speziellen Hypothese dieses Forschers über die phylogenetische Entstehung der Säugerzähne zusammenhängen. Von den beiden bukkalen Höckern nennt Osborn den mesialen Paraconus, den distalen Metaconus, von den lingualen den mächtigen mesialen Protoconus, den unbedeutenden distalen Hypoconus. Für Bolk stellen die beiden bukkalen Höcker zusammen das Protomer, die beiden lingualen das Deuteromer dar, und zwar sind erstere Spaltungsprodukte des bukkalen Haupthöckers, von den letzteren der mesiale der linguale Haupthöcker selbst, der distale ein Nebenhöcker.

Aus Bequemlichkeitsgründen wollen wir uns ebenfalls besonderer — von jeder Hypothese unabhängiger — Bezeichnungen für die vier Höcker bedienen, und zwar wollen wir den voluminösesten lingual-mesialen Höcker als Haupthöcker, Archiconus, den schwächsten lingual-distalen im Anschluß an Osborn als Hypoconus bezeichnen, während die beiden Wangenhöcker als Bucco-mesioconus und Bucco-distoconus benannt werden sollen.

Letztere werden voneinander bei der Betrachtung von der Mahlfläche her durch eine leichte Einziehung des bukkalen Kaurandes sowie durch eine auf diesen Rand annähernd senkrechte Furche geschieden. Beide Höcker sind kegelförmig wie bei den Prämolaren; von den Höckerspitzen zieht je eine gratartig zugeschärfte Leiste in steilem Abfalle zu der Tiefe der Kaufurche hin.

Der breite Archiconus grenzt sich gegen seinen sehr unbedeutenden distalen Nachbar, den Hypoconus, durch eine sehr charakteristische, tief einschneidende, vom lingualen Kaurand her schief distalwärts verlaufende Furche, den Sulcus obliquus, ab, der natürlich bei dieser Schieflage nicht in die Trennungsfurche der beiden Wangenhöcker einmünden kann, sondern distalwärts von ihr frei ausläuft. Der Archiconus nimmt nicht nur den größten Teil der lingualen Zone der Kaufläche in Anspruch, sondern bildet auch den Hauptabschnitt von deren mesialer Zone. Sein Gipfelpunkt gehört allerdings dem lingualen Gebiet an. Der Höcker ist abgerundet, sanft hügelförmig.

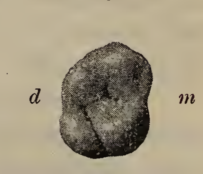


Fig. 62.
Kaufläche d. rechten oberen ersten Molars; ein Carabellihöcker nicht ausgeprägt.

Die mesio-distale Kaufurche des Zahnes läßt sich in drei Teile zerlegen. Der mittlere Abschnitt stellt sich zumeist nur als grubenartige zentrale Vertiefung, nicht

aber als eigentliche scharfe Furche dar. Die mesiale Abteilung ist die ungefähr rechtwinklig umgebogene oder umgeknickte Fortsetzung der die beiden Wangenhöcker trennenden Furche; sie bildet die Grenzmarke zwischen Bucco-mesioconus und Archiconus. Den mesialen Kaurand erreicht sie kaum jemals. Der distale Teil wird gebildet durch das Endstück des vom lingualen Kaurand herkommenden Sulcus obliquus oder durch ein besonderes Grübchen, die Fovea distalis (Fovea posterior der Autoren), in das der Sulcus einmündet. Das Grübchen scheidet den Hypoconus vom Bukkodistalhöcker.

Der Furchenkomplex zeigt typisch die Form eines H, dessen beide senkrechte Schenkel man sich aber in der Längsrichtung gegeneinander

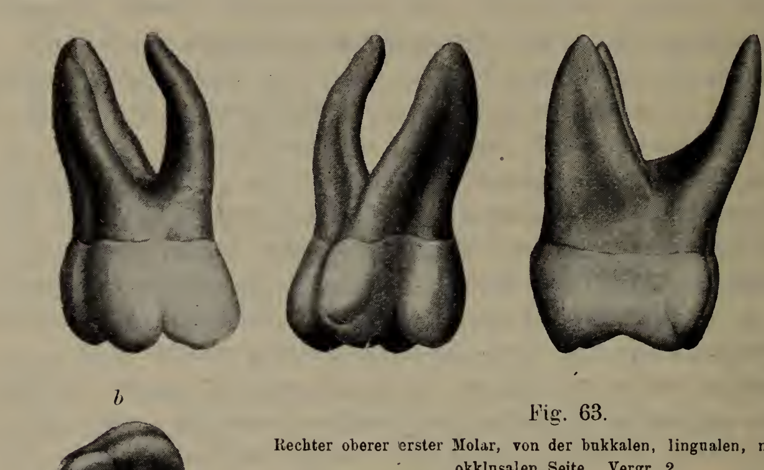


Fig. 63.
Rechter oberer erster Molar, von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

verschoben zu denken hat. Ihren tiefsten Punkt haben sie an der Stelle, wo sie mit dem Querschenkel, nämlich mit dem mittleren Teil der Kaugrube, zusammentreffen. Hier bildet sich infolge der schwächeren Entwicklung des Schmelzes je ein spaltförmiges Grübchen, bevorzugte Angriffsstellen der Karies.

Die am bukkalen Rand ausmündende Furche setzt sich unmittelbar in die senkrechte Furche der bukkalen Kronenfläche, der am lingualen Kaurand ausmündende Sulcus obliquus in die analoge Furche der lingualen Kronenfläche fort.

Die vorhin geschilderte Kaufurche durchquert die Kaufläche nicht symmetrisch in der Mitte ihres bukko-lingualen Durchmessers, sondern ein wenig bukkalwärts verschoben, daher der lingualen Zone dieser Fläche ein etwas größeres Gebiet als der bukkalen zufällt. An den approximalen Rändern hängen die betreffenden Wangen- und Zungenhöcker durch in der Mitte etwas vertiefte Randleisten zusammen.

Das Relief der Mahlfläche variiert verhältnismäßig wenig. An erster Stelle sind die Fluktuationen im Entwicklungsgrad des Hypoconus, das heißt des kleinen distalen Zungenhöckers, zu erwähnen. Er kann annähernd die Größe des Archiconus erreichen, häufiger aber kommt das Gegenteil vor, nämlich seine ausnehmend reduzierte Beschaffenheit. Hillebrand gibt an, in drei Fällen von 1390 (0·2%) ein vollkommenes Fehlen des Hypoconus am oberen ersten Molar beobachtet zu haben, so daß sich der Zahn, gleich seinem distalen Nachbar, als dreihöckrig darstellte. Ähnliche Angaben liegen auch von Cope und Vram vor (zitiert nach de Terra a. a. O., 1905, S. 140). Ich muß gestehen, daß mir ebensowenig wie de Terra ein solcher Fall begegnet ist.

Kleine akzessorische Höckerchen können durch gabelförmige Teilung des Sulcus obliquus an seinem Ende oder dadurch entstehen, daß an einer der approximalen Seiten, oder auch an beiden, in der Nähe der Kaufurche vom Kaurand her eine feine Rinne in das Gebiet des betreffenden Wangenhöckers einschneidet und aus ihm ein Zwickelchen abgrenzt.

Die Wangenfläche der Krone ist annähernd quadratisch; sie verbreitert sich nur wenig vom Schmelzrand gegen die Kaukante hin. Der mesiale Seitenrand ist fast geradlinig, der distale etwas gewölbt. Die Bukkalfläche zerfällt durch einen mittleren Einschnitt in zwei Lappen, wovon jeder am Rande in eine mittlere Spitze ausläuft, natürlich nur am jugendlichen, noch nicht usurierten Zahn. Der mesiale Lappen ist der Breite nach etwas umfangreicher als der distale, auch ragt seine Höckerspitze eine Spur tiefer hinunter als die des anderen. Vom Einschnitt des Kaurandes zieht eine senkrechte Furche etwa bis zur halben Höhe der Krone hin und teilt so die Bukkalfläche in ihrer kaurandwärts gelegenen Hälfte in zwei Abschnitte; weiter gegen den Hals zu wird die Fläche einheitlich. Manchmal erstreckt sich die senkrechte Furche bis zum Schmelzrand und darüber hinaus noch auf den Sockel der Wurzel bis zu deren Gabelungsstelle. Jede der beiden Abteilungen der Krone ist für sich gewölbt, und zwar nach beiden Richtungen, vertikal wie horizontal. Gegen den Hals zu liegt, wie gesagt, eine einheitliche Wölbung vor, die auch stärker ist als die Konvexität der durch die Furche geschiedenen Teile. Besonders stark und hervortretend ist sie in der mesialen Zone des Zervikalgebietes (Krümmungsmerkmal). Der Schmelzrand ist leicht gewulstet, er läuft geradlinig, oft, aber nicht regelmäßig, mit einem kleinen, wurzelwärts gerichteten mittleren Zwickel, entsprechend der Trennungslinie der beiden bukkalen Wurzeln.

Die Zungenfläche ist auf beiden Seiten von konvexen Rändern begrenzt, ihr Schmelzüberzug schließt gegen den Hals gleichfalls mit einer geraden Linie ab. Sie ist nach beiden Richtungen bedeutend stärker gerundet als die Bukkalfläche. Der Kaurand weist auch auf dieser Seite wie auf der

lingualen zwei den Zungenhöckern entsprechende, an intakten Zähnen zugespitzte lappenartige Vorsprünge auf. Der mesiale ist zwar breiter als der distale und ragt auch mit seiner Spitze in ein etwas tieferes Niveau herunter als dieser, doch ist der Breitenunterschied der beiden bei weitem nicht so beträchtlich, wie man es nach dem gegenseitigen Volumverhältnis von Archi- und Hypoconus bei der Betrachtung von der Kaufläche her voraussetzen sollte. Die Erklärung hierfür liegt darin, daß der Archiconus mit einem wesentlichen Teil seines Umfanges schon der mesial-approximalen Seite angehört. Immerhin liegt der Schwerpunkt der Krone auch beim Anblick von der Zungenseite her auf dem mesialen Abschnitt. Mit dieser Asymmetrie hängt es auch zusammen, daß die ziemlich scharfe Furche, die sich von der Inzisur des Kaurandes bis etwa zur mittleren Höhe der Zungenfläche der Krone erstreckt, wo sie oft mit einem Grübchen oder förmlichen Loch (Foramen coecum, siehe später) endigt und die die in Rede stehende Fläche in eine mesiale und distale Abteilung scheidet, nicht senkrecht wie die analoge bukkale Furche, sondern etwas schief verläuft, indem sie das Bestreben bekundet, sich halswärts mehr und mehr in die Mitte der lingualen Kronenfläche einzustellen.

Eine vielbesprochene Bildung der Zungenfläche der Krone ist der sogenannte Carabellische Höcker. Der Wiener Zahnarzt G. Carabelli gibt in seinem Werke »Anatomie des Mundes«, Wien 1842, S. 107, folgendes an: »Manchmal zeigt sich an der inneren Wand der Mahlzähne, besonders an jener des ersten, ein emaillierter Ansatzhügel (Tuberculus anomalus), welcher mit seiner Basis nahe an dem Hals des Zahnes entspringt und mit seiner Spitze etwas entfernt von der Krone frei in die große Mundhöhle steht.« In einer Fußnote bemerkt der Verfasser noch, daß der Höcker bei starker Entwicklung zu Besorgnissen bei den Eltern Anlaß geben kann, ob es sich nicht um die Bildung eines überzähligen Zahnes handle, »der die Zunge leicht verletzen und die Sprache beeinträchtigen könnte«, daher sie sich »meistens« mit Kunstverständigen über die eventuelle Entfernung des überzähligen Zahnes beraten. Von den stark schematisierten Figuren des Carabellischen Werkes ist der Höcker in zweien (Taf. XI, Fig. 4 *e*, und Taf. XIV, Fig. 4) abgebildet. Eine praktische Bedeutung für den Zahnarzt kommt dem Höcker kaum zu, dagegen knüpft sich verschiedentlich ein theoretisches Interesse daran, das sich in der neueren Literatur hauptsächlich zu zwei Fragen verdichtet hat: 1. Wie verhält sich der Höcker zu den bei anderen Säugetieren, namentlich den Halbaffen, an der lingualen Kronenfläche der Molaren befindlichen Vorsprüngen? 2. Stellt er eine progressive oder regressive Bildung dar?

Der Sitz des Höckers ist die Zungenfläche des Zahnes, und zwar deren mesiale Abteilung, also das Gebiet des Archiconus, entsprechend einer Stelle,

die stets näher zum Kaurand als zur zervikalen Grenze der Krone liegt. In erster Reihe zeichnet sich der erste obere Dauermolar durch den Besitz des Carabellischen Höckers aus, nur als große Seltenheit erscheint dieser manchmal auch am zweiten und dritten Molar, wie wir das bei diesen Zähnen noch zu erwähnen haben werden; dagegen wird er an den unteren Molaren stets vermißt. Von den Milchzähnen kommt der Höcker dem zweiten Molar zu, und zwar in einer Häufigkeit, die dessen Frequenz am ersten oberen Dauermolar beträchtlich übertrifft; am ersten Milchmolar sind selbst Andeutungen des Höckers eine große Seltenheit, ihr gelegentliches Vorkommen hier ist überhaupt erst in letzter Zeit von Bolk[1] nachgewiesen worden.

Das Gebilde ist außerordentlich variabel. Bei der häufigsten Form, die man als »Normalform« bezeichnen kann, sehen wir am Archiconusgebiet der Zungenfläche eine mit der Konvexität dem Kaurand zugekehrte, mit dem mesialen Vorsprung des Kaurandes in einer Entfernung von etwa 2·5 *mm* parallel verlaufende halbmondförmige Furche. Das durch sie begrenzte Gebiet tritt mehr oder weniger in Form einer Erhöhung hervor, die sich gleichsam schuppenartig über die marginale Partie der lingualen Fläche des Archiconus schiebt. In dem Minusflügel der Variationsreihe schwindet zunächst der distale Schenkel des Halbmondes zusammen mit der entsprechenden Hälfte des Vorsprunges, mesial ist noch eine kleine schiefe oder senkrechte Rinne vorhanden. Auf einer weiteren Stufe der Reduktion wird dieser Furchenrest durch ein unscheinbares Grübchen, zuletzt durch ein nadelstichähnliches Loch ersetzt, eine Vorwölbung ist nicht mehr vorhanden, zum Schlusse schwindet auch der kleine Porus, es fehlt nun auch jede Spur einer Carabellibildung. Nach der viel spärlicher vertretenen Plusrichtung hin wird die Halbmondfurche allmählich schärfer und tiefer, sie mündet in die schiefe Trennungsfurche der beiden Lappen der Lingualfläche, der diese Fläche schuppenartig überlagernde Wulst wölbt sich kräftiger hervor, er entfaltet sich zu einem starken Vorsprung (Fig. 64), der nun allmählich den Umfang und die Gestalt eines richtigen, mit einer Höckerspitze versehenen Kauhöckers annimmt, mit dem Unterschied nur, daß er nicht eigentlich der Kaufläche, sondern immer noch der Lingualfläche angehört; er kann aber mit der Spitze schon ganz nahe an die Kauebene heranrücken und bei der Ansicht von der Kaufläche her wie ein fünfter Höcker oder wie eine Verdopplung des Archiconus imponieren. Völlig in die Ebene der Mahlfläche gelangt der Höcker wohl niemals,

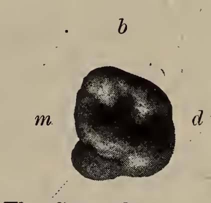


Fig. 64.

Stark entwickelter Carabellihöcker am linken oberen ersten Molar, von der Kaufläche gesehen.

[1] L. Bolk, Das Carabellische Höckerchen. Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Bd. 25, 1915, S. 81.

vorausgesetzt, daß die anderen Höcker nicht abgeschliffen sind, in welchem Falle sich der Carabellihöcker mit seiner Spitze passiv in die Ebene der anderen Höcker einstellt, er verleugnet kaum je vollkommen seine Zugehörigkeit zur Zungenfläche, womit natürlich nicht gesagt ist, daß er sich am Kauakt nicht beteiligt. Man kann eine solche Bildung, da sie dem Archiconus aufsitzt, als Eparchiconus oder einfacher als Epiconus bezeichnen, wozu allerdings zu bemerken ist, daß der Höcker häufig nicht so sehr als eine dem Archiconus aufgeschichtete neue Bildung auftritt, sondern gleichsam einen abgetrennten Teil des letzteren darzustellen scheint, nach dessen Abtrennung der Archiconus zu klein sein würde.

Die vorliegenden Statistiken sind meiner Ansicht nach zum Teil mit dem kritischen Vorbehalt zu beurteilen, daß sie allem Anschein nach eine zu geringe Zahl des Erscheinens des Höckers angeben, und zwar infolge des Umstandes, daß der Höcker trotz seiner extraokklusalen Lage der Abschleifung unterworfen ist, so daß das urspünglich vorhandene Relief einer vollkommenen Glätte der Schmelzoberfläche Platz machen kann, deren Natur als Ergebnis einer Usur nicht immer unverkennbar in die Erscheinung tritt. Meine eigenen, sich auf 765 Zähne erstreckenden Untersuchungen zeigen den fast stets symmetrisch auf beiden Seiten in gleicher Stärke entwickelten Höcker am ersten Molar in 37·5%, davon in 27·3% schwach und mäßig, in 10·2% kräftig gebildet. Von den 27·3% entfällt etwas weniger als die Hälfte auf die Fälle, wo nicht einmal eine Furche mehr, sondern nur ein Grübchen vorhanden ist.

Hier zur Vergleichung einige statistische Angaben aus der Literatur:

Batujeff (1896)	50 %
Vram (1897), bei rezenten Europäerschädeln	11 %
bei fossilen Europäerschädeln	12 %
bei Afrikanern	13·7 %
bei Papuas	5·3 %
M. de Terra (1905), wohlentwickelt	6·45%
nur ein Grübchen	11·6 %
Schwerz (1914), bei alten Alemannenschädeln	6·6 %
Hillebrand (1909, 1402 Fälle), höckerförmig hervortretend	13·6 %
Grübchen	6 %
Bolk (1915, 2325 Fälle), Höcker	17·4 %
Grübchen	44·3 %

Bei den Affen, sowohl den anthropoiden wie bei den übrigen, fehlt der Höcker im allgemeinen[1]; nur in sehr seltenen Fällen sind Anzeichen

[1] Nach Bolk und Adloff soll er bei den amerikanischen Affen Chrysothrix und Callithrix vorkommen, und zwar nicht nur an sämtlichen Molaren, sondern auch an den Prämolaren (?).

desselben beim Schimpansen und Hylobates beobachtet worden (Adloff 1908, Bolk 1915).

Dagegen ist bei den Lemuren (Halbaffen) an der Zungenseite der Krone typisch eine Bildung vorhanden, die seit Cope (1889) von der Mehrzahl der Forscher als dem Carabellischen Höcker homolog betrachtet wird. Allerdings unterscheidet sich dieser Vorsprung vom Carabelli des Menschen dadurch, daß er sich nicht auf das mesiale Gebiet der lingualen Kronenfläche beschränkt, sondern die ganze Zungenseite der Krone kragenförmig umfaßt, was Batujeff und M. de Terra veranlaßt hat, sich gegen diese Gleichstellung auszusprechen. Doch ist nach Bolk (Odontologische Studien II, 1914, S. 88) diesem Differenzpunkt keine entscheidende Bedeutung zuzumessen, da die breitere Beschaffenheit des fraglichen Gebildes bei den Lemuren lediglich die Folge davon ist, daß bei diesen Tieren die ganze Zungenfläche des Zahnes vom Archiconus gebildet wird, ein Hypoconus fehlt.

Mit dieser Homologisierungsfrage hängt bis zu einem gewissen Grade auch jene andere zusammen, ob hier eine progressive oder regressive Bildung vorliegt. Ist der Carabellische Höcker dem erwähnten Vorsprung des Lemurenzahnes gleichzustellen, also ein altererbter primitiver Bestandteil der Krone, so müßte ihm angesichts seiner Inkonstanz und seiner im Vergleich zum Lemurengebilde schwachen Entwicklung ein regressiver Charakter beim Menschen zugeschrieben werden, er müßte der Beurteilung unterliegen, eine Bildung zu sein, die auf dem Wege ist, aus dem Gebiß der Säugetiere vollkommen eliminiert zu werden, und die beim Menschen, nachdem sie schon bei den Affen fast ganz geschwunden war, noch einmal, zum letztenmal, wieder aufflackert. Demgemäß müßten die oben geschilderten Varianten im Entwicklungsgrad des Höckers in abnehmender Reihenfolge (Höcker, Furche, Grube) aneinandergereiht werden.

Hat der Höcker dagegen mit dem leistenförmigen Gebilde des Lemurenzahnes und mit anderen ähnlichen Bildungen bei anderen Säugern nichts zu tun, so erscheint er als eine spezifische Neuerwerbung des Menschen, als das Produkt einer progressiven Entwicklung. Der Begründer dieser Ansicht ist Batujeff. Ihm schloß sich anfangs Adloff (1902) an, namentlich mit Hinblick auf die Wahrnehmung, daß der Höcker besonders in solchen Fällen zu starker Entwicklung komme, wo der zweite und dritte Molar schwach ausgebildet ist, daß er also gleichsam als Ersatz für diese einzutreten scheine. Später (1908) kam aber Adloff von dieser Ansicht vollkommen zurück nach Untersuchung eines größeren Materials, das ihm das vollkommene Fehlen eines derartigen Zusammenhanges zeigte und anderseits die Tatsache zum Vorschein brachte, daß der Höcker gerade bei primitiven Völkern häufiger als bei vorgeschritteneren angetroffen wird. Nach

der neueren Ansicht des genannten Forschers[1] haben wir es mit einem dem Schwunde preisgegebenen normalen Bestandteil des menschlichen Molars zu tun, dessen Rückbildung noch nicht völlig beendet ist.

Bolk (1914, 1916) erblickt im fraglichen Höcker eine atavistische Erscheinung, die sich beim Menschen nach langer Reduktion wieder auf progressiver Bahn befindet. Nach seiner — an einer späteren Stelle ausführlich zu schildernden — Dimertheorie stellt der Säugerzahn das Konzentrationsprodukt von zwei dreizinkigen Reptilienzähnen dar, die verschiedenen Dentitionen, einer älteren (bukkal) und einer jüngeren (lingual), angehören. Nun schließt aber der embryonale Zahnkeim des Säugerzahnes als Matrix nicht nur die Anlagen dieser zwei Generationen, sondern die einer ganzen Folge von Zahngenerationen der Reptilienbezahnung in sich; demgemäß schlummert in ihr auch die Potenz, gelegentlich außer dem den Säugerzahn gewöhnlich aufbauenden Protomer und Deuteromer noch mehr Zahnelemente, die Abkömmlinge weiterer Zahngenerationen, wenn auch nicht in Form besonderer Zähne, aber doch als besondere Höcker der Lingualfläche zum Vorschein zu bringen. Die Manifestation eines solchen dritten Odontomers, eines »Tritomers«, sei nun der Carabellihöcker. Als Kriterium für verwandtschaftliche Beziehungen zwischen Säugerordnungen lasse sich nach Bolk der Höcker nicht verwerten.

Die beiden Berührungsflächen der Krone stellen niedrige, von oben nach unten abgeplattete Vierecke mit stumpfwinklig eingezogenem Kaurand dar. Distal ist diese Einziehung mehr eckig, mesial mehr abgerundet. Die Approximalflächen verschmälern sich etwas vom Hals gegen den Kaurand hin, im Gegensatz zu der Bukkal- und Lingualfläche, die in der gleichen Richtung breiter werden. Von den beiden leicht konvergierenden Grenzkonturen der Berührungsflächen ist die linguale gewölbter als die bukkale. Die distale Fläche ist gewöhnlich etwas konvexer, besonders in ihrem lingualen Bezirk, die mesiale oft ganz flach, manchmal sogar in ihrem mittleren Gebiet leicht ausgehöhlt. Der Schmelzrand läuft um alle vier Flächen in einer geraden Linie herum. Als Varietät kommt es besonders an der distalen Approximalfläche ab und zu vor, daß sie bis zur Mitte ihrer Höhe durch eine vom Einschnitt des Kaurandes ausgehende senkrechte Furche, eine Fortsetzung der Kaurinne der Okklusalfläche, in zwei Lappen geteilt erscheint, ähnlich der Wangen- und Zungenfläche. Auf die Krone folgt in der Halsgegend ein gemeinsames Wurzelmassiv, aus dem sich dann die einzelnen Wurzeln herausbilden. Ihre Trennung voneinander kündigt sich oft schon vorher an den Approximalseiten und ebenso an der Lingualseite des ungeteilten Massivs durch eine entsprechende Furche an.

[1] O. Adloff, Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen. Berlin 1916, S. 74.

Von den drei Wurzeln, den zwei bukkalen und der unpaaren lingualen, ist letztere die stärkste, doch kommt ihr die mesiale Wangenwurzel oft ganz nahe, ja sie kann ihr sogar hin und wieder den Rang streitig machen. Die distale Wangenwurzel bleibt an Stärke in der Regel nicht unbeträchtlich hinter den beiden anderen zurück. Die Wangenwurzeln divergieren leicht vom Sockel ausgehend, um sich mit den Spitzenteilen wieder einander zuzuneigen, so daß sie bei der Betrachtung von der Wangenseite ein Gebiet umfassen, das etwa einer bikonvexen Linse gleicht, aber ohne apikalen Abschluß. Indessen kommen auch vielfach gestreckt verlaufende Bukkalwurzeln vor. Die kräftigere mesiale Wurzel läßt in der Regel eine etwas stärkere Ausbiegung als die Distalwurzel erkennen, auch reicht sie mit der Spitze oft etwas höher als diese. Beide sind recht stark in mesiodistaler Richtung abgeplattet, die mesiale in höherem Maße als die distale. Bei der Ansicht von der Wangenseite erscheint die mesiale Wurzel etwas plumper, nach der Spitze zu sich weniger und erst später verjüngend und zumeist mit einem abgerundeten Ende abschließend, die distale kegelförmiger, schlanker, am Ende zugespitzter. Bei der Seitenansicht fällt der große Unterschied im bukko-lingualen Durchmesser auf; die mesiale ist etwa um ein Drittel breiter, an der Basis mißt sie 7 *mm*, die andere nur 5 *mm*. An den einander zugekehrten Seiten weisen beide je eine Längsfurche auf, von denen die der mesialen Wurzel etwas tiefer ist. Manchmal hängen die beiden Bukkalwurzeln, von ihrer Basis ausgehend, eine kürzere oder längere Strecke hindurch durch eine schwimmhautartige dünne Lamelle zusammen. Auch die approximale Fläche der beiden Wangenwurzeln kann in der Längsrichtung leicht eingefurcht sein, namentlich ist dies an der mesialen Wurzel häufig der Fall.

Die kräftigere unpaare Lingualwurzel ist ungefähr von gleicher Länge wie die bukko-mesiale; sie ist nur mäßig abgeplattet, viel weniger als die beiden anderen, und zwar in bukko-lingualer Richtung, also rechtwinklig zur Abplattung der beiden anderen Wurzeln. Auf der diesen letzteren zugewendeten Seite ist sie ohne Furche, dagegen auf der lingualen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle mit einer solchen versehen; die Furche stellt die unmittelbare Fortsetzung der auf der lingualen und okklusalen Kronenfläche befindlichen Trennungsfurche des Archiconus vom Hypoconus dar. Gewöhnlich verliert sie sich schon vor dem apikalen Drittel der Wurzel. Die Lingualwurzel lenkt schief palatinalwärts von den beiden Bukkalwurzeln und auch von der Längsachse des Zahnes ab, um sich aber gegen die Spitze zu diesen wieder etwas zu nähern. Von den approximalen Seiten her betrachtet beträgt der Winkel, den die Konturlinie der Bukkalwurzeln mit der der schräg ablenkenden Zungenwurzel bildet, zumeist 60°, oft auch weniger (bis 50°) oder mehr (70°). In überaus seltenen Fällen (nach Hillebrand

in 0·4%) tritt eine Spaltung der lingualen Wurzel ein, eine Varietät, die nur beim ersten oberen Molar vorkommt, beim zweiten niemals. Sowohl Hillebrand wie de Terra (1905) haben je einen einzigen derartigen Fall an ihrem großen Material beobachtet, und so muß Busch[1] wohl über ein enormes Material verfügt haben, wenn er angibt, sechs derartige Fälle gesehen zu haben.

Viel häufiger sind die Fälle, wo sich die Zahl der Wurzeln vermindert, und zwar entweder durch mehr oder weniger vollkommene Verschmelzung der beiden Wangenwurzeln, oder, seltener, durch Verschmelzung der bukko-distalen Wurzel mit der lingualen, oder schließlich durch Verschmelzung aller drei Wurzeln untereinander. Taylor schätzt die Häufigkeit des erstgenannten Falles auf 8%, die des zweiten auf 6%, alle drei Wurzeln verschmolzen fand er in 5%, so daß also die Fälle mit Verminderung der Wurzelzahl insgesamt 19% betragen.



Fig. 65.
Prismatischer linker oberer erster Molar; Alveole aufgemeißelt. Aus einem Präpariersaalschädel.

Weitere Varietäten sind: ein ausnehmend starkes Auseinanderspreizen der Wurzeln, geknickter Verlauf einer, zweier oder aller Wurzeln; Krümmung ihrer Spitzen, Verbildungen, die manchmal eine gewöhnliche Zangenextraktion unmöglich machen.

Hier ist auch die sehr seltene, interessante Abnormität zu erwähnen, die als prismatischer Zahn bezeichnet wird. Diese merkwürdige Zahnform ist, soviel mir bekannt, bei rezenten Schädeln bisher nur am ersten oberen Molar beobachtet worden. In den Figuren 65 und 66 sind mehrere derartige mir vorliegende Fälle im Lichtbild wiedergegeben. Die Wurzel bildet eine einheitliche plumpe Säule oder ein vierseitiges Prisma, das sich nach dem »apikalen« Ende zu noch mehr oder weniger verbreitert, um oben, quer abgeschnitten wie mit einem Deckel oder tellerförmig ausgehöhlt, an den Ecken zu Spitzen ausgezogen zu endigen. Die Seitenflächen des Prismas können schwach ausgehöhlt sein. Ist die Verbreiterung des Wurzelteiles gegen sein Ende zu stärker, so ist eine Extraktion des Zahnes nicht anders als mit Zerstörung der Alveole denkbar. Ein ganz bedeutendes Interesse knüpft sich an diese absonderliche Form durch den Umstand, daß sie Gorjanović-Kramberger an den Molarzähnen der Krapinamenschen, und zwar sowohl an den oberen wie

[1] Busch, Über die Verschiedenheit in der Zahl der Wurzeln bei den Zähnen des menschlichen Gebisses. Verhandlungen der Deutschen odont. Gesellschaft Bd. 7, 1896, S. 164.

unteren Molarzähnen, in annähernd 50% vertreten fand. Es steht noch immer hin, ob wir darin demgemäß ein allgemeines primitives Merkmal des altpaläolithischen Urmenschen oder ein spezielles, durch Endogamie oder Anpassung an besondere Umstände herausgezüchtetes Sippschaftszeichen des Krapinaer Stammes zu erblicken haben; letzteres ist wahrscheinlicher, obgleich kürzlich auch in einer Grotte der Insel Malta in Gemeinschaft mit Tierknochen und Steinwerkzeugen der älteren Paläolithperiode ähnlich geformte Menschenmolaren gefunden wurden[1].

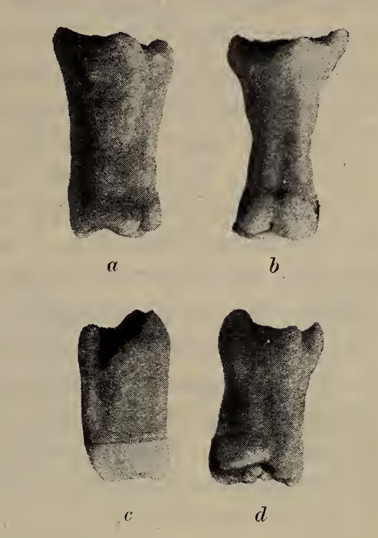


Fig. 66.
Prismatische obere erste Molarzähne, alle aus rezenten Schädeln. a = rechter Zahn, Antimer des in der Fig. 65 wiedergegebenen, noch in der Alveole befindlichen Zahnes. Wir sehen den Zahn von der mesialen Seite, der rechts erkennbare kleine Höcker ist das Tuberculum Caratelli. b = derselbe Zahn von der lingualen Seite gesehen, der linke Höcker ist der Epiconus (Carabellihöcker), darunter ist ein wenig vom Archiconus zu sehen. c = Prismatischer rechter M_1 sup., von der Bukkalseite gesehen. d = Prismatischer rechter M_1 sup., Ansicht von der distalen Fläche.

Betrachten wir nun das Hohlraumsystem des Zahnes. Während in der Lingualwurzel und der distalen Wangenwurzel der Wurzelkanal zumeist einfach ist — in der Distalwurzel kommen manchmal Andeutungen einer Teilung vor —, ist in der bukkomesialen Wurzel die vollkommene oder partielle Verdopplung des Kanals mit bukkolingualer Anordnung der Teilkanäle außerordentlich häufig; nach Moral läßt sie sich in 63%, nach Heß in 53%, nach meinen eigenen Befunden in 62% nachweisen. Auch eine apikale Gabelung kommt an dieser Wurzel am häufigsten vor, ich fand sie in 38%, während ich sie in der bukko-distalen Wurzel in 9%, in der lingualen in 18% feststellen konnte. Der Kanal der Distalwurzel ist am engsten; der der Lingualwurzel krümmt sich sehr oft an der Spitze rechtwinklig ab, um im seitlichen Spitzengebiet auszumünden. Die Kanäle folgen natürlich dem bogenförmigen Lauf der Wurzeln und sind in ihrer Form der Gestalt derselben konform. Sie münden trichterförmig in die geräumige Pulpahöhle.

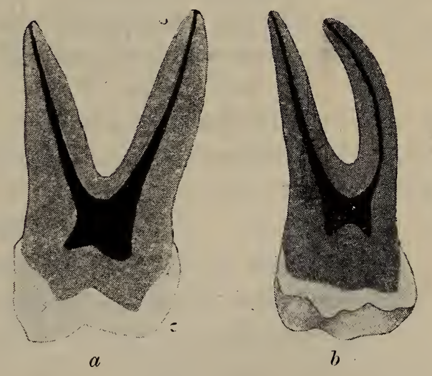


Fig. 67.
Ob. erster Molarzahn. a = Bukko-lingualschliff (links die distale, rechts die linguale Wurzel); b = Mesiodistalschliff (links distale, rechts mesiale Wurzel).

[1] A. Keith, Discovery of Neanderthal Man in Malta. Nature, London, vol. 101, 1918, S. 404.

deren Hauptteil in der Halsregion des Zahnes liegt. Die Höhle ist in bukko-lingualer Richtung viel ausgedehnter als in mesio-distaler. Entsprechend jedem der vier Höcker bildet sie ein kleines Divertikel, wovon die beiden bukkalen scharf und spitzig ausgezogen sind, das linguale zumeist abgerundet, stumpf ist; erstere reichen viel tiefer gegen die Kaufläche herunter, besonders das besser entwickelte mesiale Divertikel. Der kürzeste Weg zur Pulpahöhle führt von der Kaufurche zu einer der beiden bukkalen Pulpaspitzen. Die Zipfel reichen bis etwa zur Grenze zwischen zervikalem und mittlerem Drittel der Krone. Für den Carabellihöcker bildet sich niemals ein eigentlicher Rezeß aus; der mesiale Zungenzipfel zeigt an der entsprechenden Stelle nur eine kleine Ausbuchtung. Von den vier Seitenwänden der Kammer wölben sich drei leicht in den Hohlraum hinein, die linguale Wand ist dagegen kaum gewölbt. Noch stärker vorgebuchtet nach dem Hohlraum sind die beiden anderen Wandungen, nämlich die der Kaufläche zugekehrte und die dem Wurzelsockel zugewendete, besonders letztere; diese springt sowohl an mesio-distalen wie an bukko-lingualen Durchschnitten des Zahnes in Form eines Kegels in die Kammer vor.

Durchmesser des Zahnes:

Maximale Kronenhöhe bukkal	7	*mm*
Maximale Kronenhöhe lingual	7	*mm*
Kronenhöhe vom Einschnitt aus	5	*mm*
Größte Breite der Krone bukkal	11	*mm*
Dicke der Krone	12	*mm*
Kaufläche, längster Durchmesser	12	*mm*
Kaufläche, kürzester Durchmesser	9	*mm*
Breite des Halses	8	*mm*
Dicke des Halses	11	*mm*
Länge der Wurzeln vom Schmelzrand gemessen: bukko-mesiale Wurzel	15·5	*mm*
bukko-distale Wurzel	15	*mm*
linguale Wurzel	16	*mm*
Länge des ganzen Zahnes	23	*mm*

Zweiter oberer Molarzahn.

Der Zahn ist in allen Dimensionen etwas kleiner als der erste Molar. Wir wollen auch hier von der Beschreibung der Kaufläche ausgehen, da die bezeichnendsten Merkmale dieser Fläche angehören. Man erkennt bei Betrachtung dieser, daß die Krone in mesio-distaler Richtung stärker komprimiert ist als die des ersten Molars, infolgedessen stellt sich die Kaufläche nicht mehr als Rhomboid dar, sondern läßt sich am besten mit einer

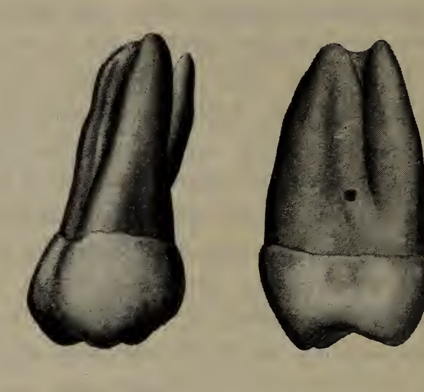
mit der Längsachse bukko-lingual gestellten Ellipse vergleichen, an der aber die bukkale Abrundung fehlt, indem die Ellipse hier schräg abgestutzt ist. Der Umriß ist am breitesten bukkal, zungenwärts verschmälert er sich allmählich, um abgerundet zu endigen. Rechter und linker Zahn sind bei der Betrachtung dieser Fläche leicht auseinander zu halten, wenn man berücksichtigt, daß die vestibulare schräge Fläche derart verläuft, daß sie mit der mesialen Seite des Umrisses einen spitzen, mit der distalen einen stumpfen Winkel bildet. Beide Winkel sind abgerundet.

Das Bild, das uns das Relief der Mahlfläche darbietet, ist in der Mehrzahl der Fälle ein viel symmetrischeres, regelmäßigeres als beim M_1. Als Normaltypus kann man die dreihöckrige Form bezeichnen. Sie beruht auf dem Fehlen des Hypoconus, eine Erscheinung, die für den Menschen charakteristisch ist; noch bei den Anthropoiden, wie bei allen Affen, sind alle drei oberen Molaren vierhöckrig. Diese Vereinfachung des Reliefs wird allgemein als Reduktionserscheinung aufgefaßt. Die drei Höcker werden durch eine T-Furche gegeneinander abgegrenzt. Der senkrechte Schenkel des T schneidet am bukkalen Rand von der Tiefe einer kleinen Einziehung ein und trennt als scharf geschnittene Rinne die beiden Wangenhöcker voneinander. Von diesen ist der mesiale der kräftigere, breitere, der Breitenunterschied gegen den anderen ist größer als beim ersten Molar. Lingualwärts setzen sich die beiden Höcker durch die quere Kaufurche ab. Letztere hat ihre tiefste Stelle (Kaugrube, Foveola centralis) an der Verbindungsstelle mit der Trennungsfurche der Wangenhöcker; ihr distaler Abschnitt ist kürzer und unvollkommener entwickelt als der mesiale, beide verlaufen leicht bogenförmig, mit bukkalwärts gerichteter Konkavität. Die approximalen Kauränder erreichen sie nur ausnahmsweise, gewöhnlich bleiben die Bukkal- und Lingualhöcker durch mehr oder weniger vorspringende Randleisten in Verbindung miteinander. Die Spitzen der beiden Wangenhöcker gehören dem vestibularen Kaurand an; am lingualen Abhang des Höckers sehen wir ebenfalls leistenförmige Vorsprünge gegen die mittlere Vertiefung der Kaufurche hinziehen.

Der einfache Zungenhöcker ist natürlich viel breiter als jeder Wangenhöcker einzeln für sich, aber nicht so breit wie diese beiden zusammengenommen, da sich, wie wir hörten, die Kaufläche zungenwärts verschmälert; auch erscheint der Höcker etwas niedriger als die beiden anderen. Von seiner median gelegenen Spitze senkt sich ein oft von zwei Furchen eingefaßter Grat zur Mittelstelle der Kaufurche, um hier Y-förmig mit den analogen Leisten der beiden Wangenhöcker zusammenzutreffen.

Es fragt sich nun, in welcher Weise man den unpaaren Lingualhöcker zu den zwei Zungenhöckern am ersten Molar in Beziehung zu bringen hat? Wir haben hier nämlich die Wahl zwischen zwei Möglich-

keiten: 1. Der Zungenhöcker des zweiten Molars entspricht lediglich dem Archiconus des ersten Molars, ein Hypoconus ist auch seiner Anlage nach nicht zur Entwicklung gekommen. 2. Der Höcker stellt ein Verschmelzungsprodukt des Archiconus und des Hypoconus dar. Mir scheint die erste Auffassung die zutreffende zu sein, und zwar aus folgendem Grunde. Die Vergleichung der Umrißform und der Dimensionen der Kauflächen der beiden Molaren zeigt einen Defekt dieser Fläche am zweiten Molar gerade an der Stelle der Lingualseite, wo sich der Hypoconus befinden sollte. Eben dieser Defekt verursacht es, daß diese Fläche statt einer rhomboidal gestalteten zu einer elliptischen wird.



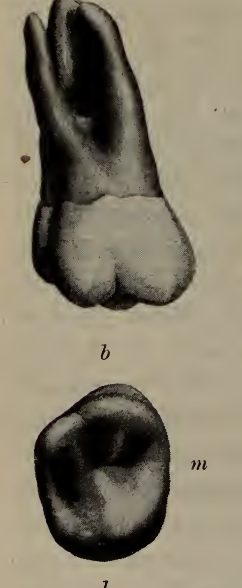


Fig. 68.
Rechter oberer zweiter Molar, von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

Die im vorstehenden geschilderte dreihöckrige Form der Kaufläche stellt sohin die Mehrheit dar; allerdings aber keine »erdrückende« Mehrheit. Nach meinen eigenen statistischen Erhebungen ist sie (die Übergangsformen nicht mitgerechnet) in 57·30% der Fälle (200 Fälle von 349) vorhanden. Hillebrand erhielt an einem Material von 1523 Zähnen eine beträchtlich niedrigere Prozentzahl: 38%, während sich die Zahlen Zuckerkandls und de Terras 52·5% respektive 53·2%. in der Nähe der meinigen halten. Demnach hat der Satz, daß etwas mehr als die Hälfte der zweiten oberen Molaren dreihöckrig ist, die Stimmenmehrheit für sich, und es scheint somit begründet, diese Gestaltung, wie das hier geschehen ist, als das Frequenzmaximum, als die Normalform des Zahnes hinzustellen.

Die Minderheit verteilt sich hauptsächlich auf zwei Formen (Fig. 69). 1. Das Relief der Mahlfläche verhält sich wie beim ersten Molar. Der Zahn ist also vierhöckrig, durch die Angliederung des Hypoconus wird auch die Umrißform der Mahlfläche zu einer rhomboidalen, nur ist sie etwas schmäler, länglicher als beim ersten Molar. Ein derartiger zweiter Molar ist nicht leicht vom ersten zu unterscheiden, man hat sich hauptsächlich an die schlankere Umrißform der Kaufläche zu halten. Nun kommen aber

alle Übergangsformen zwischen dem drei- und vierhöckrigen Muster vor, von den Formen ausgehend, wo sich gerade nur die ersten Anzeichen eines Hypoconus in Gestalt einer winzigen Erhebung des distalen Seitenwulstes ankündigen, durch alle Stufen hindurch bis zur typischen vierhöckrigen Form. Auf letztere entfallen nach meiner Beobachtung 36·1% (nach Zuckerkandl 45·6%, nach Hillebrand 23·9%), auf die Übergangsformen 6·6%. 2. Die zweite Form ist zuerst von Zuckerkandl (a. a. O. S. 64) registriert worden, wir wollen sie daher nach diesem verdienstvollen Forscher benennen (Fig. 69). Sie kommt hauptsächlich bei seitlich stark zusammengedrückten Zähnen vor. Es ist dies ein dreihöckriges Muster, aber ganz anderer Art als der ebenfalls dreihöckrige »Normaltypus«. Die langgestreckte oder dreieckige Kaufläche gliedert sich in drei bukkolingual hintereinander folgende Höcker, wovon der bukkale dem bukkomesialen, der mittlere einer durch eine schiefe Leiste (Crista obliqua) bewirkten Vereinigung des Archiconus mit dem Bukko-distalhöcker, der linguale dem ziemlich gut entwickelten Hypoconus entspricht.



Fig. 69.

Drei Formen der Kaufläche des oberen M_2; linke Zähne. a = typische dreihöckrige Form; b = die Kaufläche gleicht der des M_1 (pithekoide vierhöckrige Form); c = Zuckerkandlsche Form.

Es kommen dann noch viel unregelmäßigere Reliefs der Kaufläche vor, so z. B. die von Black (a. a. O. S. 71) zuerst erwähnte Form. Sie wird beobachtet an Zähnen, deren Krone extrem flachgedrückt, gleichsam in mesio-distaler Richtung zusammengequetscht sind. Infolgedessen verkümmert sozusagen das ganze Relief der Mahlfläche. In hochgradigen Fällen ist nichts weiter als eine bukko-linguale Furche vorhanden, die entlang der langgestreckten Kaufläche geradlinig oder mit Knickungen hinzieht und von der zu beiden Seiten kurze, schwache Nebenzweigchen abgehen.

In betreff der bukkalen Fläche der Krone genügt ein Hinweis auf die Verhältnisse beim ersten Molar, dagegen erfordert die linguale Fläche schon einige Bemerkungen. Bei der häufigsten dreihöckrigen Form fehlt natürlich die mittlere Inzisur des lingualen Kaurandes, zusammen mit der von ihr halswärts ausgehenden Furche. Der Kaurand erinnert an den eines Prämolarzahnes, er weist wie dieser einen der Höckerspitze entsprechenden Vorsprung auf, gewöhnlich nicht in der Mitte, sondern etwas mesial gelegen. Die Fläche ist in allen Richtungen einheitlich stark gewölbt. Bei der vierhöckrigen Form verhält sich die Zungenfläche samt unterem Rand

wie bei M_1 sup. Als Varietät kann auch am zweiten Molar ein Carabellihöcker auftreten. Jedenfalls ist dies aber ein höchst seltener Fall; unter den 400 Zähnen, die ich daraufhin sehr genau untersuchte, fand sich weder ein Carabellihöcker noch selbst eine Carabellifurche. Auch Hillebrand traf den Höcker nur 14mal unter 1523 Zähnen an, was einer Häufigkeit von 1% entspricht. Man muß sich davor hüten, einen rudimentären Hypoconus für einen Carabellischen Höcker zu halten, was einem sehr leicht passieren kann, besonders bei Zähnen, deren Krone mesio-distal stark zusammengedrückt ist. Bei solchen gelangt der Hypoconus genau in die Mitte der schmalen Lingualfläche, und ist der Höcker unscheinbar und grenzt er sich am Kaurand halbkreisförmig ab, so ist die Verwechslung mit einem Carabelli außerordentlich naheliegend. De Terra gibt 3·4% als Häufigkeitszahl des Höckers und weitere 1·5% für die Carabellifurche an. Die höchsten Frequenzzahlen finden wir bei Bolk, dessen Zahlen aber mit den obigen nicht unmittelbar vergleichbar sind. Er trennte nämlich sein Material (2077 Zähne) nach der Beschaffenheit der Krone in vier Gruppen, und zwar in folgende: 1. vierhöckrige, 2. dreihöckrige Form, 3. Übergangsform zwischen 1 und 2 (reduzierter Hypoconus) und 4. komprimierte Form; für jede Gruppe wurde dann die Häufigkeit des Carabellihöckers separat bestimmt. Die so erhaltenen Prozentzahlen sind sehr verschieden; die kleinste Zahl, 1·7%, fand sich bei der dreihöckrigen Form, die größte, 12·3% (!), bei der vierhöckrigen, bei den Übergangsformen hielt sich die Frequenzzahl in der Mitte zwischen diesen beiden Zahlen: 5·6%, die komprimierte Form wies schließlich 2·1% auf. Bolk bemerkt, daß der Höcker am zweiten Molar mehr zu Verschiedenheiten und absonderlichen Formen neige als am ersten, so kann er hier zweihöckrig sein. Bei stark entwickeltem Carabelli soll der Archiconus die Tendenz einer Teilung in ein mesiales und distales Feld zeigen.

Die Berührungsflächen verhalten sich wie beim ersten Molar, häufig sind sie etwas konvexer.

Die Wurzeln sind in ihrem Grundtypus ähnlich gebaut wie bei M_1, doch besteht ein großer Unterschied darin, daß Verschmelzungen zu zweien oder sämtlicher Wurzeln untereinander hier viel häufiger vorkommen, ja fast schon die Hälfte der Fälle ausmachen. Die ausführlichste Statistik hierüber finden wir bei Hillebrand, der 249 Zähne daraufhin untersuchte. Nur in 49·5%, also annähernd in der Hälfte der Fälle, lagen vollkommen getrennte Wurzeln vor (gegenüber den 90·7% bei M_1!), die andere Hälfte entfiel mit Ausnahme von 3·1% auf die Fälle mit mehr oder weniger verschmolzenen Wurzeln; in 1·2% waren vollkommen ausgebildete, in 1·9% halbwegs ausgebildete vier Wurzeln vorhanden. Taylors Zahlen sind folgende: drei Wurzeln 65%, verschmolzene Wurzeln 35%. — Ich finde be-

sonders häufig eine Verschmelzung der bukko-mesialen mit der lingualen Wurzel, nicht selten bis zur Spitze reichend, häufiger allerdings nur längs einer geringeren Strecke. Die die verschmolzenen Wurzeln verbindende Platte ist in der Weise angebracht, daß auf der freien (mesialen) Seite eine glatte oder nur ganz leicht eingebuchtete Fläche resultiert, während auf der der anderen Bukkalwurzel zugekehrten Seite die beiden Wurzelanteile durch eine tiefe Furche voneinander geschieden sind, ähnlich dem Verhalten der »Schwimmhaut« zwischen den Fingerwurzeln bei gespreizten Fingern. Über die Wurzelkanäle gilt das für den ersten Molar Gesagte, nur sind die hier von mir erhaltenen Zahlen etwas verschieden. Den Kanal der distalen und lingualen Wurzel fand ich stets einfach, während der der bukko-mesialen Wurzel nur in 58% völlig einfach erschien, in 18% lagen zwei in ihrem ganzen Verlauf getrennte Kanäle, in 24% nur partiell getrennte Kanäle vor. In 43% zeigte der Kanal oder zeigten die Kanäle der mesialen Wurzel apikale Teilungen und Nebenäste, in der distalen Wurzel fand ich bei 15% solche, in der lingualen in 10%.

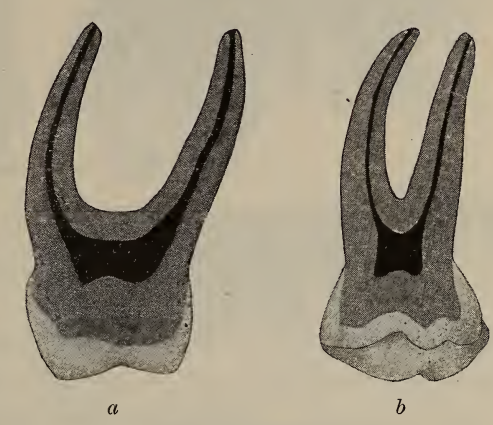


Fig. 70.

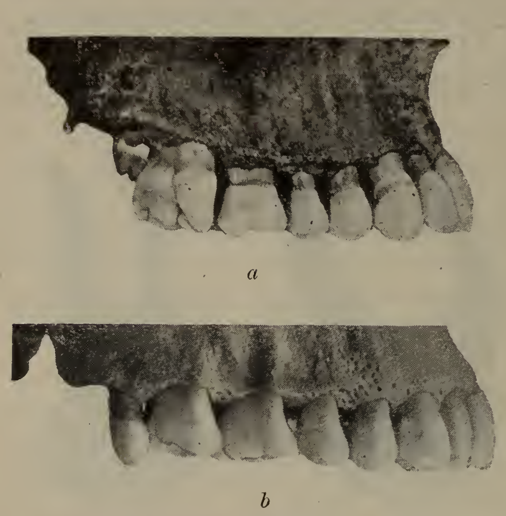
Oberer zweiter Molar. *a* = Bukko-lingualschliff (links die distale, rechts die linguale Wurzel). *b* = Mesio-distalschliff (links die distale, rechts die mesiale Wurzel).

Maße des M_2 sup.:

Maximale Kronenhöhe bukkal	6	*mm*
Maximale Kronenhöhe lingual	6	*mm*
Kronenhöhe vom Einschnitt aus	4·5	*mm*
Größte Breite der Krone bukkal	9	*mm*
Dicke der Krone	10	*mm*
Kaufläche, längster Durchmesser	10	*mm*
Kaufläche, kürzester Durchmesser	7	*mm*
Breite des Halses	7	*mm*
Dicke des Halses	11	*mm*
Länge der Wurzeln vom Schmelzrand gemessen: bukko-mesiale Wurzel	14	*mm*
bukko-distale Wurzel	14	*mm*
linguale Wurzel	15	*mm*
Länge des ganzen Zahnes	21	*mm*

Dritter oberer Molar.

Bei dem M_3 oder Weisheitszahn (Dens sapientiae, serotinus) haben wir es mit dem in seiner Erscheinungsform schwankendsten Gebilde des Gebisses zu tun, bei dessen Beschreibung man fast bei jedem Detail die Bemerkung vorausschicken oder folgen lassen muß, die noch verhältnismäßig häufigste Form zu schildern. Diese große Variabilität hängt damit zusammen, daß sich der Zahn ausgesprochen auf dem Wege der Rückbildung befindet, noch viel ausgesprochener als der obere seitliche Schneidezahn. Das Volum- und Gewichtsminus gegenüber dem zweiten Molar übertrifft zumeist dasjenige des letzteren gegenüber seinem Vorgänger. Doch erstreckt sich die Variabilität auch auf den Entwicklungsgrad des Zahnes, er wechselt von der Größe eines kaum über das Zahnfleisch hinausragenden Stiftzahns oder eines unscheinbaren Höckerzahnes (Fig. 71) bis zu der eines wohlentwickelten M_1 sup., ja der Zahn kann der größte der drei Molaren sein. Außerordentlich häufig sind die Fälle, wo der Zahn, ohne rudimentär zu sein, bedeutend kleiner ist als sein mandibularer Partner.



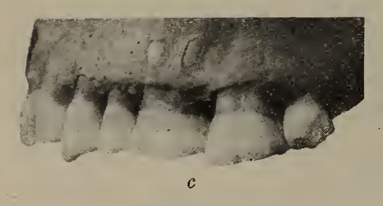


Fig. 71.
Rudimentäre Entwicklung des oberen Weisheitszahnes. *a* und *b* Stiftzahn, *c* Höckerzahn. In Fig. *a* ist der zweite Molar mit einem außerordentlich kräftigen Paramolarhöcker versehen.

Der Form der Kaufläche nach schließt sich der Zahn zumeist an den zweiten Molar an. Auch hier läßt sich deren Umrißform am besten auf eine Ellipse zurückführen, die bukkal durch einen schräg zur Längsachse verlaufenden Abschnitt verstümmelt ist. Ist die Stellung des Zahnes eine derartige — auch die Stellung wechselt beträchtlich —, daß die Längsachse der Ellipse senkrecht auf die Alveolarlinie steht, was ziemlich häufig vorkommt, so verläuft die die Ellipse bukkal abschneidende Linie senkrecht auf die Längsachse, in welchem Falle die Umrißform zu einer sehr regelmäßigen wird. Neben dieser typischen Form kommen aber sehr häufig anderweitige Umrißformen der Kaufläche: plump-rundliche oder viereckige, ovale, rhomboidale, langgestreckte oder endlich ganz unregelmäßig gestaltete zur Beob-

achtung. Im allgemeinen stellt sich die Mahlfläche ihrer Form nach zumeist etwas plumper als beim zweiten Molar dar.

Als typische Höckerzahl kann man auch hier wie bei M_2 die Zahl drei bezeichnen: zwei bukkale und ein lingualer Höcker. Zuckerkandl



Fig. 72.
Rechter oberer dritter Molar von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. An der linguo-distalen Seite schwache Andeutung eines Hypoconus. Vergr. 2.

gibt für diese Form eine Häufigkeitszahl von 71·4% für europäische Rassen und 62·3% für außereuropäische Rassen an. Ich erhielt an 439 Zähnen 65·83%, Hillebrand an einem viel ansehnlicheren Material 60%. Das Dreihöckermuster ist hier also auf alle Fälle vorherrschender als bei M_2 (57·30%). Die Anordnung der Höcker ist die gleiche wie bei diesem, nur ist der bukko-distale Höcker im Verhältnis zum bukko-mesialen in der Regel stärker reduziert, der Größenunterschied zwischen beiden in diesem Sinne oft sehr ansehnlich. Die zweite Stelle in der Häufigkeitsskala nehmen die Formen ein, die durch sukzessive Ausgestaltung eines Hypoconus zustande kommen. Ausgesprochen vierhöckrige Formen fand ich in 25·74%, Hillebrand in 10%. Oft prägt sich sehr schön bei dem Vergleich der drei oberen Mahlzähne desselben Gebisses die stufenweise vom ersten über den zweiten zum dritten fortschreitende Reduktion des Hypoconus aus (Fig. 73). Nun zu den Varianten der Höckerbildung! Es ließen sich viele Seiten mit der Beschreibung all der absonderlichen Formen füllen, unter denen die Mahlfläche des Weisheitszahnes erscheinen kann. Besonders oft tritt uns ein Zerfall der typischen Höcker in kleinere, sekundäre Höcker entgegen. Letztere reihen sich

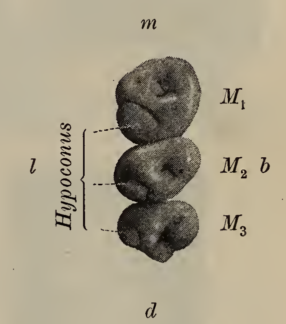


Fig. 73.
Kaufläche der drei linken oberen Molaren. Reduktion des Hypoconus vom ersten zum dritten Molar.

am häufigsten längs des distalen Randes perlenschnurartig aneinander (Fig. 74), vier oder fünf kleine Knötchen, von denen ein Teil dem Gebiet des distalen Wangenhöckers, ein anderer der distalen Randleiste zuzuteilen ist, während der letzte Höcker einen schwach entwickelten Hypoconus repräsentiert. Doch auch an der mesialen Seite oder gleichzeitig in beiden Randgebieten werden solche Höckerreihen beobachtet. Die maximale Höckerzahl, die mir begegnet ist — ohne Berücksichtigung der gleich zu erwähnenden »diploiden« Zahnformen —, beträgt acht.

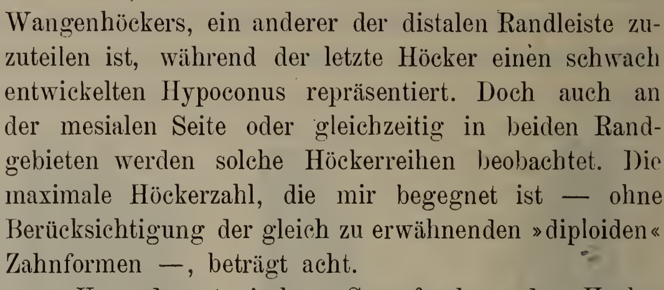


Fig. 74. Rechter oberer Weisheitszahn. Zerfall der Kaufläche längs ihres distalen Gebietes in mehrere kleine sekundäre Höcker.

Von den typischen Grenzfurchen der Höcker können kleine Nebenzweigchen entspringen, die in die Höcker einschneiden und kleine Wülstchen abgrenzen, ohne aber aus ihrem Gebiet vollkommene akzessorische Höckerchen abzuschneiden. Solche Fälle bilden manchmal Übergänge zu den an einer späteren Stelle zu besprechenden »Schmelzrunzlungen«.

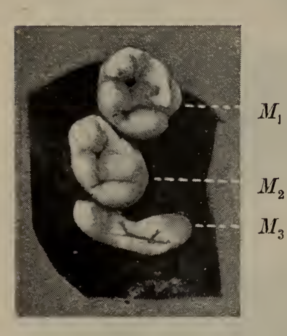


Fig. 75. Extrem flachgedrückte Form des rechten oberen Weisheitszahnes.

Außerordentlich häufig begegnen wir wie bei M_2 schmalen, mesio-distal plattgedrückten Formen der Krone mit drei bukko-lingual hintereinander folgenden, durch zwei Querfurchen getrennten Höckern (Mesio-buccoconus, Disto-buccoconus + Archiconus, Hypoconus). Wie weit diese Kompression gehen kann, zeigt uns Fig. 75.

Ein Carabellischer Höcker kann sehr leicht vorgetäuscht werden bei der plattgedrückten Form durch einen an die linguale Ecke der Krone gerückten, schwach entwickelten Hypoconus, um so mehr als dieser manchmal bei besonders rudimentärer Ausbildung die Kaufläche nicht ganz erreicht und, ähnlich dem Epiconus, durch eine halbkreisförmige Furche gegen den Kaurand abgegrenzt erscheint. Die Situation der Bildung und der Vergleich mit dem Hypoconus des vorhergehenden Zahnes schließen die unrichtige Beurteilung aus. Es kommt aber auch ein wirklicher Carabellihöcker am dritten Molar vor, jedoch als sehr große Seltenheit; zwei solche mir vorliegende Fälle sind in den Lichtbildern Fig. 77 vorgeführt. Die beiden entgegengesetzten Endglieder der Variationsreihe

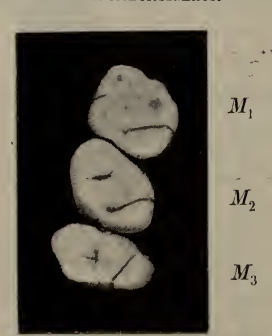
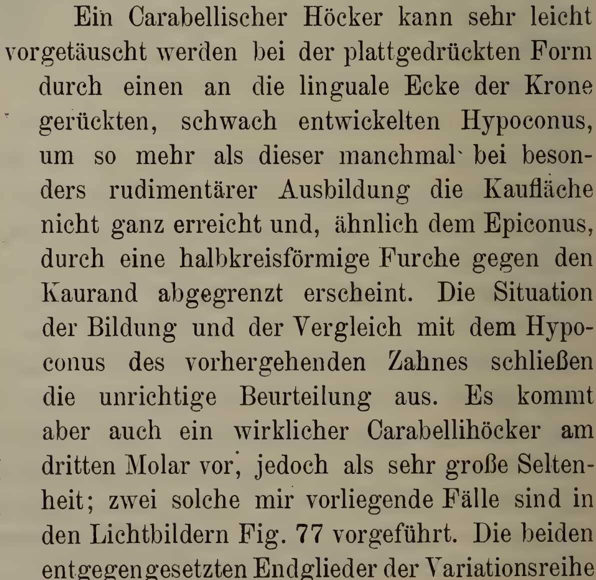


Fig. 76. Rechter oberer erster, zweiter und dritter Molar. Flachgedrückte Form des oberen Weisheitszahnes mit erhaltenem Hypoconus, der hier fälschlich für einen Carabellihöcker gehalten werden könnte. Der zweite Molar weist die Zuckerkandlsche Form auf.



der Krone bilden der Zweihöckerzahn und die diploide Form. Bei dem ersten ist die Vereinfachung des Kauflächenreliefs so weit getrieben, daß bloß zwei, durch eine Querfurche geschiedene einfache, glatte, abgerundete Höcker vorhanden sind, ein bukkaler und ein lingualer. Diese Gestaltung kommt gar nicht so selten, nach meinen Befunden in 5·7%, vor. Am anderen Ende der Reihe stehen merkwürdige Wucherformen, bei denen einerseits die Kaufläche von atypischen, regellos angeordneten Hügeln bedeckt erscheint, anderseits auch die Wurzeln in unregelmäßiger Weise auf vier oder fünf vermehrt sind, und zwar nicht durch Spaltung der normalen Wurzeln, sondern durch Angliederung neuer atypischer Wurzelbildungen. In diesen Formenkreis gehören auch die Zähne, die man als diploide oder als Zwillingsformen bezeichnen kann. Es sind das Weisheitszähne, die ihrem Habitus nach den Eindruck eines Verwachsungsproduktes zweier Zahnanlagen, und zwar nicht einer mesialen und distalen, wie man meinen sollte, sondern einer bukkalen und lingualen, richtiger den Eindruck der Angliederung eines lingualen Zahngebildes machen. Noch mehr als durch die Form und das Relief der Kaufläche wird in diesen Fällen, von denen einer in Fig. 78 zur Darstellung gebracht ist, dieser Eindruck durch das Verhalten der multiplen Wurzeln hervorgerufen. Alle vier Seitenflächen der Krone sind um ein geringes konvexer als bei M_1 und M_2, nur bei der flachgedrückten Form kann die mesiale Fläche eben oder sogar leicht vertieft sein. Die Schmelzgrenze läuft zumeist geradlinig um den Zahn. Die senkrechte Furche der Bukkalfläche ist schwächer als bei den beiden anderen Molaren.

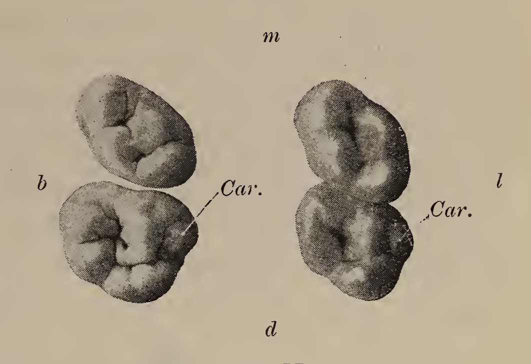


Fig. 77.

Zwei Fälle eines Carabellihöckers am rechten oberen Weisheitszahn. Oben zweiter, unten dritter Molar.

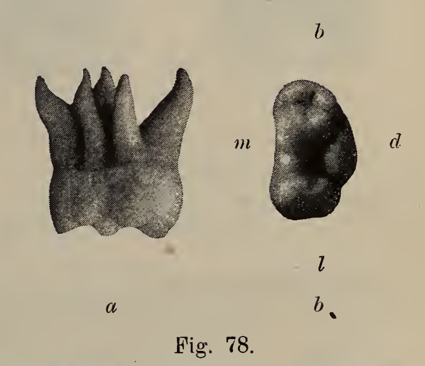


Fig. 78.

Zwillingszahn (diploider Zahn): rechter oberer Weisheitszahn mit auf der Bukkalfläche angewachsener akzessorischer Zahnanlage. a = von der mesialen Seite; b = von der Kaufläche. Die nach rechts abstehende stärkere Wurzel ist die linguale Wurzel des Hauptzahnes.

Der Grundtypus der Wurzeln ist die für die oberen Molaren charakteristische dreiwurzelige Form, doch kann man hier als das Frequenzmaximum

einen mehr oder weniger vollkommen verwachsenen Zustand der drei Wurzeln bezeichnen. Nur in einer Minderheit findet man getrennte Wurzeln, die dann schwächer, kürzer und weniger divergierend als bei M_1 und M_2 sind. Die Verwachsung kann sich nur auf zwei Wurzeln von den dreien beschränken — gewöhnlich sind die beiden bukkalen die verschmolzenen, mit erkennbaren Grenzfurchen —, viel häufiger ist der Fall, daß alle drei zu einem gemeinsamen kegelförmigen Massiv verklumpt sind, an dem die Grenzlinien der einzelnen Wurzeln entweder noch erkennbar sind oder selbst in Spuren nicht mehr hervortreten. Taylor gibt 90% als Häufigkeitszahl des kegelförmigen Wurzelkomplexes an. Genauer sind die Angaben Hillebrands, der 766 M_3 sup. daraufhin untersuchte. Eine kegelförmige einheitliche Wurzel fand sich in 43·4%, davon in 12·8% ohne jede Spur der Wurzelgrenzen. Zwei von den Wurzeln waren in 21·1% miteinander verwachsen und nur in 24% fanden sich drei vollkommen getrennte Wurzeln.

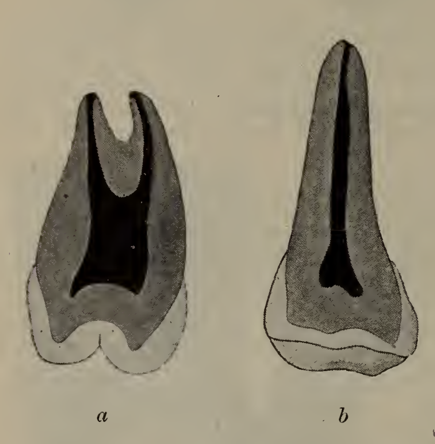


Fig. 79.
Oberer Weisheitszahn. *a* = Bukko-lingualschliff; *b* = Mesio-distalschliff.

Der Rest in der Hillebrandschen Statistik entfiel auf ganz unregelmäßige, rudimentäre Formen der Wurzelbildung und auf die Formen mit einer Vermehrung der Wurzeln über die Normalzahl. Denn letzteres kommt auch vor, wenn auch als große Seltenheit, sowohl bei den Wucherformen wie bei der diploiden Form des Weisheitszahnes. Bei letzterer — dem schon oben erwähnten Zwillingszahn — läßt sich manchmal sogar die Grenzbestimmung der beiden in der Embryonalanlage verschmolzenen Zahnelemente auf Grund des Verhaltens der Wurzeln durchführen. Von diesen Elementen ist eines immer viel schwächer als das andere, und die dazugehörigen akzessorischen Wurzeln stellen sich nur als spitzige, kürzere Zacken dar. Bei dem in Fig. 78 reproduzierten Zahn sind fünf Wurzeln vorhanden; drei entsprechen den normalen Wurzeln, die zwei anderen gehören einer akzessorischen Zahnanlage an, die sich dem dritten Molar an der bukko-mesialen Seite angeschlossen hat; an der Krone ist die Trennung nicht erkennbar. Es kann aber eine Vermehrung der Wurzeln auch durch Einschaltung akzessorischer Wurzeln zwischen die normalen zustande kommen; der Sitz solcher Schaltwurzeln ist besonders die Stelle zwischen bukko-mesialer und lingualer Wurzel.

Auch in betreff der Wurzelkanäle begegnen wir einer weitgehenden Variabilität. Die seltenere dreiwurzelige Form weist zumeist drei Kanäle auf, doch kann in der einen oder anderen Wurzel der Kanal streckenweise oder seiner ganzen Länge nach doppelt sein. Bei verschmolzenen Wurzeln liegen häufiger auch zwei bis drei Wurzelkanäle, eventuell mit Anastomosen und Querbrücken, vor, seltener ist ein einziger weiter Kanal vorhanden. Heß gibt nach Untersuchung von 95 M_3 sup. folgende Zahlen an: drei Kanäle in 41%, zwei in 32%, ein Kanal in 6%, der Rest entfällt auf die Zähne mit vier und fünf Wurzelkanälen, im letzteren Falle lag stets eine akzessorische vierte Wurzel vor. Da meine eigenen Erfahrungen sich nur auf verhältnismäßig wenig Zähne beziehen, will ich von der Mitteilung meiner Befunde absehen.

Maße des M_3 sup.:

Maximale Kronenhöhe bukkal	5·5 *mm*
Maximale Kronenhöhe lingual	5·5 *mm*
Kronenhöhe vom Einschnitt aus	5 *mm*
Größte Breite der Krone bukkal	8·5 *mm*
Dicke der Krone	10 *mm*
Kaufläche, längster Durchmesser	9·5 *mm*
Kaufläche, kürzester Durchmesser	8 *mm*
Breite des Halses	6·5 *mm*
Dicke des Halses	10 *mm*
Länge der Wurzel vom Schmelzrand gemessen	14 *mm*
Länge des ganzen Zahnes	19·5 *mm*

Erster unterer Molar.

Die an einer früheren Stelle für die unteren Molaren gemachte Angabe von ihrer charakteristischen quadratischen Mahlfläche gilt bei diesem Zahn nur mit einer gewissen Einschränkung; die quadratische Umrißform erfährt hier nämlich eine Abänderung durch Ansatz eines fünften Höckers an der distalen Seite der Kaufläche. Es ist dies der Höcker, den Osborn als »Hypoconulid«, Röse als Pentaconus bezeichnet hat; nennen wir ihn Distoconus. Hierdurch stellt sich die Kaufläche als ein Fünfeck dar, infolge des Anschlusses eines niedrigen Dreiecks an die eine Seite des Quadrats. Rechnen wir diesen Zuwachs ab, so erscheint die Kaufläche annähernd quadratisch; nur annähernd, denn der mesio-distale Durchmesser des Vierecks übertrifft den bukko-lingualen um ein geringes. Hierzu wäre noch zu bemerken, daß alle Winkel des Fünfecks abgerundet sind, ferner daß das durch den Distoconus gebildete Ansatzstück zumeist nicht gerade symmetrisch in der Mitte der distalen Seite, sondern mehr oder weniger bukkalwärts verschoben angebracht ist.

Nun zu den Höckern und deren Trennungsfurchen! Der Besitz von fünf wohlausgebildeten Höckern ist ein so charakteristisches Merkmal dieses Zahnes, daß dieser schon auf Grund dieses eines Zeichens kaum mit einem anderen verwechselt werden kann. An abgekauten Zähnen tritt dieses Merkmal fast noch augenscheinlicher als an intakten hervor, und zwar vermöge der fünf gelben oder — bei Rauchern — braunen, von weißem Schmelz umgebenen Dentinkernen. Von den beiden Wangenhöckern ist der mesiale etwas stärker, zumeist etwa in dem Verhältnis wie bei den oberen Molaren der bukko-mesiale Höcker zu dem bukko-distalen. Das Volum des distalen Wangenhöckers hängt teilweise auch von dem Entwicklungsgrad des Distoconus ab, indem sich dieser oft auf Kosten des Bucco-distoconus verbreitert. Die beiden Zungenhöcker sind ungefähr von gleicher Stärke, im Vergleich zu den Wangenhöckern aber etwas schwächer, namentlich in bukko-lingualer Richtung, so daß hier also ein umgekehrtes Verhältnis als bei den oberen Molaren zustande kommt: bei diesen fanden wir das Gebiet der lingualen Höcker ausgedehnter, hier ist es das der bukkalen Höcker.

Die Grenze zwischen diesen vier Höckern wird gebildet durch eine regelmäßige, rechtwinklige Kreuzfurche mit grubiger Vertiefung — der Kaugrube — an der Kreuzungsstelle. Der bukko-linguale Schenkel des Kreuzes erreicht sowohl mit dem äußeren wie mit dem inneren Ende den Kaurand, und zwar je an der Stelle einer Einkerbung. Selten ist die Furche im Bereich der Fovea centralis unterbrochen. Die mesio-distale Furche liegt, wie erwähnt, ein wenig lingualwärts verschoben; oft ist sie nicht als scharfe Furche ausgebildet, sondern stellt sich nur als seichte Grube dar. Mesial macht sie schon oben in einiger Entfernung von dem approximalen Kaurand halt, indem sie mit einer kurzen T-Furche oder mittels eines Grübchens, der Fovea mesialis (Fovea anterior der Autoren), endigt und so den Bukkomesialhöcker mit dem linguo-mesialen am Rande in schmaler Verbindung miteinander stehen läßt. Distal ist das Verhalten ein anderes: die Furche gabelt sich in zwei stets furchenartig ausgeprägte divergierende Äste, die den fünften Höcker zwischen sich fassen.

Dieser, der für den Menschen und die Anthropoiden charakteristische Distoconus, zeigt in seiner Entwicklung gewisse Schwankungen, ohne aber ausgesprochen variabel zu sein. Zuckerkandl gibt für sein vollkommenes Fehlen 4·6%, de Terra 11·6%, Hillebrand 19% (an 1366 Zähnen erhoben) und Bolk (Odontologische Studien II, 1914, S. 155) 19·1% an. Meine eigenen Befunde ergaben (an 273 Zähnen) eine Häufigkeit dieses Falles von 6·6%. In seiner typischen Erscheinungsform präsentiert sich der Distoconus bei der Betrachtung von der Mahlfläche her als ein dreieckiges Feld, das sich dem Zahn an der distalen Seite angliedert, eingefaßt von den beiden Gabelästen der Kaufurche. Der Höcker ist beträchtlich

kleiner als die vier anderen. Gehört er auch der Hauptsache nach der distalen Partie der Krone an, so wendet er sich doch mit einem kleineren Teil seines Umfanges auch der Bukkalfläche zu. Bei besonders schwacher Entwicklung kann er ganz dieser Seite angehören, indem er völlig in eine Linie mit den beiden Wangenhöckern zu liegen kommt, lingualwärts durch die geradlinige, ungebrochene Fortsetzung der Kaufurche, gegen den Bukkodistalhöcker durch deren schräge Abzweigung begrenzt. Je stärker er wird, desto mehr verlegt sich sein Schwerpunkt auf die distale Seite, desto schiefer knickt sich lingualwärts das den Höcker begrenzende Endstück der Kaufurche ab. Allerdings kommen auch Fälle vor, wo der Distoconus schwach







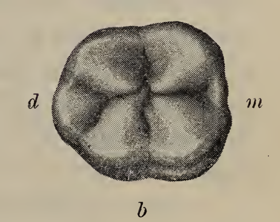


Fig. 80.
Unterer rechter erster Molar von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

entwickelt und dennoch ganz auf der Distalseite situiert ist. Auf beiden Seiten bezeichnet am Kaurand eine kleine Einziehung die Grenze des Distoconus. Im allgemeinen variiert die Kaufläche wenig. Die Zahl der Höcker kann durch akzessorische Hügelchen vermehrt sein. Mir liegen insbesondere mehrere Fälle vor, wo auf der lingualen Seite statt der typischen zwei Höcker drei ungefähr gleich starke, scharf getrennte Hügel vorhanden sind — also eine sechshöckrige Form des Zahnes. Ferner kommen ganz kleine Schalthöckerchen vor, wie es scheint am häufigsten wieder an der Lingualseite, zwischen den beiden Zungenhöckern, doch auch anderswo, zum Beispiel lingual vom Distoconus. Eine Zickzackform der Kaufurche ist keine Seltenheit, hervorgerufen besonders dadurch, daß sich der distale Bukkalhöcker mit seinem Mittelteil zwickelartig zwischen die beiden Zungenhöcker hineinschiebt.

Die Bukkalfläche der Krone ist in der Querrichtung stärker entwickelt als in der senkrechten; sie verbreitert sich vom Hals gegen den Kau-

rand hin. Dabei ist sie von leicht asymmetrischer Form, indem sie, dem Distoconus entsprechend, an ihrem distalen Seitenkontur eine kleine Ausladung erkennen läßt. Am Kaurand treten die beiden Wangenhöcker als besondere Hervorragungen, durch eine Einkerbung getrennt, hervor, dazu kommt distal der viel unansehnlichere Vorsprung des Distoconus, vom Nachbarhöcker ebenfalls durch eine Kerbe des Kaurandes geschieden. Alle drei Vorsprünge des Randes sind aber nur am ganz jungen Zahn in ihrer unberührten Form zu beobachten, da der bukkale Abschnitt dieses beim Kaugeschäft am stärksten beanspruchten Zahnes in seinem Randgebiet besonders rasch der Usur zum Opfer fällt. Von den beiden Einkerbungen ziehen senkrechte Furchen an der Wangenfläche gegen den Schmelzrand hin, aber nur etwa bis zur halben Kronenhöhe, wodurch die Bukkalfläche in ihrer marginalen Hälfte in drei Abschnitte, zwei größere und einen kleineren, geteilt wird. In senkrechter Richtung ist die Wölbung der Fläche nicht gleichmäßig, am stärksten ist sie in der Nähe des Halses, gegen den Kaurand wird sie geringer, gleichzeitig lenkt die Konturlinie, bei seitlicher Betrachtung, lingualwärts ab. Die quere Wölbung der Wangenfläche ist in der zervikalen Hälfte der Krone einheitlich, kaurandwärts zerfällt sie durch die zwei senkrechten Furchen in drei besondere Wölbungen, von denen, Mühlreiters Krümmungsmerkmal entsprechend, die mesiale konvexer ist als die beiden anderen. Für das Verständnis der Gestaltung der Bukkalfläche und der Krone überhaupt ist auch der Umstand wichtig, daß die Längsachse des ganzen Zahnes einschließlich der Krone im Verhältnis zur Kaulinie nicht senkrecht, sondern etwas schief, mit dem okklusalen Ende mesialwärts geneigt steht, daher, wenn man den isolierten Zahn bei senkrechter Haltung betrachtet, die Mahlfläche eine abschüssige Richtung erkennen läßt, mesial höher hinaufragt als distal.

Die linguale Fläche der Krone ist um etwa 1 *mm* niedriger als die bukkale, auch ist sie schmäler als jene, da der Distoconus fehlt. Die Einziehung des Kaurandes erscheint tiefer als die entsprechende Kerbe des Bukkalrandes, dagegen ist die Vertikalfurche viel schwächer entwickelt, gewöhnlich überhaupt nur in der Nähe des Kaurandes sichtbar, die Querwölbung der Krone wird durch sie nicht in dem Maße beeinträchtigt wie bukkal. Der Schmelzrand erscheint hier ebenfalls als gerade Linie. Bei der selteneren sechshöckrigen Form weist der linguale Kaurand zwei Einkerbungen und drei Zacken, die linguale Kronenfläche zwei senkrechte Furchen auf.

Von den Kontaktflächen ist die mesiale etwas breiter als die distale und nur sehr wenig gewölbt, fast flach, in der Nähe des Schmelzrandes manchmal sogar konkav. Die distale tritt stark gewölbt hervor und bildet infolgedessen mit der distalen Wurzel einen einspringenden Winkel. Am

distalen Kaurand bemerken wir zwei das Gebiet des Distoconus begrenzende Einschnitte, einen in der Nähe der Umbiegungsstelle zur Bukkalfläche, den anderen lingual von der Mitte des Kaurandes; von ihnen gehen oft zwei kurze, zarte vertikale Furchen aus. Beide Approximalflächen verschmälern sich nach dem Hals zu und konvergieren in derselben Richtung gegeneinander. Die Schmelzgrenze läuft an beiden gestreckt, aber etwas schief abschüssig, indem sie sich lingualwärts eine Spur dem Kaurand nähert.

Der Zahn ist, ebenso wie der zweite und dritte untere Mahlzahn, zweiwurzelig, und zwar lassen sich eine mesiale und eine distale Wurzel unterscheiden. Beide sind bukko-lingual von ansehnlicher Breite, dagegen mesiodistal schmal, flachgedrückt, die mesiale stärker als die distale. Die mesiale Wurzel ist die etwas stärkere, massigere; sie ist aber nicht länger als die andere, oft sogar wegen ihres gekrümmteren Verlaufes eine Spur kürzer. Charakteristisch für sie ist ihr leicht gebogener Verlauf. Sie biegt sich zuerst von der anderen Wurzel mesialwärts weg, um sich ihr dann wieder mit dem Spitzenanteil zuzuneigen. Man kann sie als Radix curvilinea der distalen Radix rectilinea gegenüberstellen. Letztere hat nämlich einen gestreckteren Verlauf mit leicht winkliger, distalwärts gerichteter Ablenkung ihrer Verlaufsrichtung von der Achse der Krone. Abweichungen von dem geschilderten typischen Verhalten kommen übrigens vor. Die mesiale Wurzel endigt gewöhnlich plump, oft wie quer abgeschnitten oder mit zwei Spitzen versehen, die distale in der Regel zugespitzter, schlanker. Die Spitzen sind manchmal distalwärts gekrümmt. Die mesiale Wurzel ist auf der mesialen wie auf der distalen Seite stark eingefurcht, an letzterer tiefer; oft fassen die beiden Furchen nur eine ganz dünne, durchscheinende Lamelle zwischen sich, die die verdickten Randteile verbindet. Die distale Wurzel weist bloß an ihrer mesialen, der anderen Wurzel zugekehrten Seite eine seichte Längsfurche auf, auf der anderen Seite ist sie zumeist ganz glatt.

Anomalien der Wurzeln sind, wie schon Carabelli angibt, seltener als an den oberen Mahlzähnen, was für alle drei unteren Molaren gilt. Gleichwohl kommt gelegentlich sowohl eine Verminderung wie eine Vermehrung der Wurzeln zur Beobachtung. Ersterer Fall — eine Verschmelzung der beiden Wurzeln — ist nach Hillebrand in einer Häufigkeit von 5% anzutreffen, wobei aber auch partielle Verschmelzungen mitgezählt sind. Von den mir vorliegenden 85 Zähnen haben zwei verschmolzene Wurzeln — das wären 2·3% —, wovon aber in einem Falle nur die sich zuneigenden Spitzen der sonst getrennten Wurzeln eine Vereinigung zeigen.

Eine Vermehrung tritt nicht wie sonst durch Spaltung einer der Wurzeln oder beider in die Erscheinung, sondern durch Auftreten einer kleinen typischen akzessorischen Wurzel stets an der lingualen Seite des Zahnes. Es handelt sich hier nicht um eine unregelmäßig variierende, an

beliebiger Stelle auftretende akzessorische Bildung, sondern um ein morphologisch wohlcharakterisiertes typisches Gebilde. Mit Rücksicht darauf, daß sie, wie gesagt, stets an der Innenfläche des Zahnes auftritt, nennen wir diese überzählige Wurzel Radicula entomolaris. Diese zumeist überzählige Bildung (Fig. 81) zweigt sich gewöhnlich von der Basis der distalen Wurzel an der Zungenseite ab, in anderen Fällen geht sie gerade an der Grenze beider Wurzeln aus dem Wurzelsockel hervor und erinnert dann an ein hinter den beiden Extremitäten herabhängendes Schwänzchen, besonders wenn sie sehr schwach entwickelt ist. Die Radicula kann sich aber auch als richtige Radix präsentieren, das heißt der Stärke nach den beiden anderen Wurzeln nur wenig nachstehen. Bolk und Adloff haben sich neuerdings, teilweise unter gegenseitiger Polemik, mit dieser schon von Carabelli beschriebenen akzessorischen Wurzel beschäftigt, ersterer bezeichnet sie als Radix praemolarica, von der Hypothese ausgehend, daß wir es hier mit wieder auftauchenden und mit den Molaren verschmelzenden Resten des beim Menschen und schon bei den anthropoiden und altweltlichen Affen verlorengegangenen dritten und vierten Prämolarzahnes zu tun haben. Bolk geht dabei von der Voraussetzung aus, daß diese Radicula nur am ersten und zweiten unteren Molarzahn vorkommt. In Fig. 81 *b* ist ein mit einer Radicula versehener dritter unterer Molarzahn der rechten Seite wiedergegeben. Ich habe den Zahn selbst aus seiner Alveole herausgehoben, so daß ein Irrtum ausgeschlossen ist. Auch Sicher[1] hat eine Entomolarwurzel am unteren Weisheitszahn beobachtet. Damit verliert die Bolksche Hypothese ihre Existenzberechtigung, da bekanntlich mehr als vier Prämolaren bei keinem rezenten oder fossilen Säugetier vorkommen.


a


b

Fig. 81.

Radix entomolaris. *a* = unterer rechter zweiter Molar; *b* = unterer linker dritter Molar, beide von der Zungenseite betrachtet.

Wurzelkanäle gibt es nach Heß bis zum 14. Jahre zwei: in jeder Wurzel einen. Von diesem Zeitpunkt an leitet sich in der Mehrzahl der Fälle in der mesialen Wurzel eine Trennung des von vornherein in der Mitte longitudinal komprimierten Kanals in zwei Kanäle, einen bukkalen und einen lingualen, ein, die in den beiden Randverdickungen der Wurzel

[1] H. Sicher, Zwei seltene Fälle überzähliger Zähne. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie Jahrg. XII, 1914, S. 401.

verlaufen, während der weitere distale Kanal ungeteilt bleibt. Als Normalzahl der Kanäle des ausgebildeten Zahnes kann man also die Zahl drei bezeichnen, wobei aber die zwei mesialen Kanäle oft durch Queranastomosen verbunden und streckenweise zu einem einfachen Kanal vereinigt sind; auch öffnen sich die beiden Kanäle oft mit einer einfachen Mündung an der Wurzelspitze. In seltenen Fällen erscheint auch der distale Kanal doppelt. Port[1] gibt nach Untersuchung von 137 Zähnen folgende Prozentzahlen an: drei Kanäle 80·3%, zwei Kanäle 12·4%, ein Kanal 0·70%, vier Kanäle 6·57%.

Meine eigenen Befunde sind folgende: Den distalen Kanal fand ich nur in 4% partiell verdoppelt, dagegen an der Wurzelspitze sehr häufig (41%) mit einem kleinen Nebenast versehen. Der Kanal der mesialen Wurzel war nur in 27% einfach, in 27% lagen zwei ihrer ganzen Länge nach getrennte Kanäle in dieser Wurzel vor, in 41% vereinigten sich die beiden Kanäle im Spitzengebiet der Wurzel leierförmig zu einem einfach mündenden Endstück, in 9% war das Gegenteil vorhanden: ein einfacher Kanal, der sich nach der Wurzelspitze hin in zwei separat mündende Kanäle teilte. Fast in der Hälfte der Fälle (43%) fand ich den mesialen Wurzelkanal dicht an der Spitze gabelförmig geteilt oder mit einem apikalen Seitenast versehen. Der Hauptteil der Pulpakammer gehört dem Gebiet des Halses an. In jedem Höcker entsendet sie einen spitz ausgezogenen Rezeß, von denen die mesialen schärfer ausgebildet sind und kaurandwärts weiter vorragen; nur diese Rezesse dringen in das eigentliche Kronengebiet hinein, die distalen kaum, sie werden daher auch von der Kaufläche her früher erreicht als letztere. Zwischen den Rezessen senkt sich die okklusale Decke der Pulpakammer mit starker Wölbung in den Hohlraum ein. Die bukkale Wandung der Kammer ist etwas stärker als die linguale. Bei der Bildung des sekundären Dentins wird der Pulpahohlraum nur in seinen zentralen Teilen reduziert, die Rezesse verschmälern sich zwar zu engen Spalten, ihre Spitzen scheinen aber ihre Lage meist nicht zu ändern.

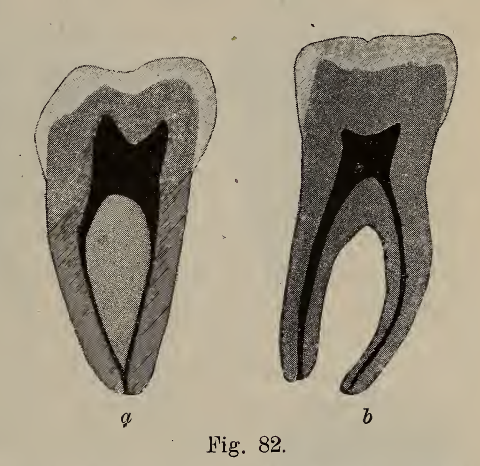


Fig. 82.
Unterer erster Molar. a = Bukko-lingualschliff (mesiale Wurzel); b = Mesio-distalschliff. Die krummere Wurzel ist die mesiale.

[1] Port, Die Wurzelkanäle der unteren Molaren und des oberen zweiten Prämolars. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1905, S. 13.

Maße des M_I inf.

Maximale Kronenhöhe bukkal	8	*mm*
Maximale Kronenhöhe lingual	7	*mm*
Maximale Kronenhöhe approximal	6	*mm*
Kronenbreite bukkal	11·5	*mm*
Kronenbreite lingual	10	*mm*
Kronendicke	11	*mm*
Kaufläche, bukko-lingualer Durchmesser	10	*mm*
Kaufläche, mesio-distaler Durchmesser	11·5	*mm*
Querdurchmesser des Halses	10	*mm*
Bukko-lingualer Durchmesser des Halses	9	*mm*
Wurzellänge vom Schmelzrand:		
mesiale Wurzel	15	*mm*
distale Wurzel	15	*mm*
Gesamtlänge des Zahnes	23	*mm*

Zweiter unterer Molar.

Der Zahn ist in der Regel in seiner Gesamtheit etwas kleiner als sein mesialer Nachbar, besonders trifft dies für die Krone zu, doch kommen Ausnahmen von dieser Regel sehr häufig vor. Vor allen Zähnen zeichnet sich dieser Zahn durch die symmetrische Gestaltung seiner Krone aus. Sie ist annähernd würfelförmig, die Kaufläche nähert sich einem Quadrat und erscheint durch eine regelmäßige rechtwinklige Kreuzfurche in vier ungefähr gleich große viereckige Felder geteilt. Der mesio-distale Schenkel des Kreuzes ist besonders tief und stellt die Kaufurche dar, mit der tiefsten Stelle, der Kaugrube, am Kreuzungspunkt mit dem anderen Schenkel. Bei genauerem Zusehen ergibt sich freilich, daß das Quadrat doch nicht ganz regelrecht ist, indem einerseits sein bukko-lingualer Durchmesser stets ein wenig hinter dem mesio-distalen zurückbleibt, anderseits an der distalen Seite, ungefähr in der Gegend, wo sich am ersten Molar der Distoconus befindet, eine kleine Vorbuchtung des Umrisses selten vermißt wird. Auch sind alle vier Winkel abgerundet.

Die bukko-linguale Furche beginnt schon an der Wangenfläche, etwa in deren Mittelhöhe, schneidet am Rand als kleine Kerbe ein und durchsetzt dann die Kaufläche bis zur gegenüberliegenden Stelle des lingualen Kaurandes, wo sich ebenfalls eine Einkerbung befindet. Hier endigt sie aber zumeist; auf die Zungenfläche greift sie überhaupt nicht oder nur ganz wenig über. Die sich mit ihr kreuzende Kaufurche geht an ihren beiden Enden in der Regel nicht bis an die Approximalränder hinaus; ihr distaler Teil ist etwas kürzer als der mesiale, letzterer endigt oft mit einem Grübchen (Fovea mesialis).

Von den vier Höckern sind die bukkalen umfangreicher in bukkolingualer Richtung als die lingualen. Der mesio-bukkale ist kaum merklich größer als der disto-bukkale, die Zungenhöcker sind von gleichem Umfang. Bukkale wie linguale Höcker stehen unter sich in breiter Verwachsung, während die beiden äußeren und inneren Höckerpaare durch die Kaufurche schärfer voneinander abgetrennt sind. Sie wenden sich schiefe Abhänge zu, oft mit je einer zur Kaufurche hinziehenden Mittelleiste.

Varianten des Kauflächenreliefs kommen nicht gerade häufig vor; der Zahn zeichnet sich überhaupt unter den Molaren durch eine gewisse Kon-







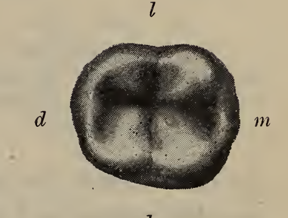


Fig. 83.

Rechter unterer zweiter Molar von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

stanz seiner Gestaltung aus. Am häufigsten begegnen wir noch der Varietät, daß auch hier, wie beim ersten Molar, ein Distoconus zur Entwicklung kommt, entweder nur in rudimentärer Form oder, weitaus seltener, in voller Ausbildung. Zuckerkandl gibt 16·6% als Häufigkeitszahl eines solchen »fünften Höckers« an. Meine Erfahrungen lassen diese Zahl entschieden zu hoch gegriffen erscheinen; sie schließen sich an diejenigen Hillebrands an, der 2·6% feststellen konnte; de Terra fand den Distoconus in 9·35% vor. Dann ist die schon erwähnte inkonstante »Fovea mesialis« (Fovea anterior), Blacks supplemental fossa, zu erwähnen: ein Grübchen am mesialen Ende der Kaufurche. Der distale Zungenhöcker kann etwas reduziert sein oder — in höchst seltenen Fällen — ganz fehlen, wodurch der Zahn zu einem dreihöckrigen wird. Eine weitere Abweichung von der Norm besteht in der Gegenwart kleiner akzessorischer Nebenzweigchen, die von der Mesio-distalfurche ausgehen und mehr oder weniger tief in das Gebiet der vier Höcker einschneiden; bisweilen ent-

stehen dadurch Übergangsformen zu den an einer späteren Stelle zu erwähnenden Schmelzrunzelungen.

Die Wangenfläche der Krone ist gewölbt; sie wird durch eine vertikale Furche, die etwas seichter ist als beim ersten Molar, vom Kaurand bis etwa zur Mitte ihrer Höhe in zwei ungefähr gleich große Abschnitte geteilt. Über das Foramen coecum siehe später. Im zervikalen Gebiet des Halses ist die Wölbung einheitlich, aber etwas unsymmetrisch, indem sie sich im mesialen Abschnitt stärker vorbuchtet. Dieses »Krümmungsmerkmal« ist hier um so mehr hervorzuheben, als es bei diesem Zahn das augenfälligste Unterscheidungszeichen zwischen rechts und links darstellt. Zu erwähnen ist noch das besonders bei der Seitenbetrachtung sichtbare mundhöhlenwärts gerichtete Zurückbiegen der vestibulen Kronenfläche in ihrer marginalen Hälfte.



Fig. 84.
Unterer zweiter Molar. *a* = Bukko-lingualschliff; *b* = Mesio-distalschliff; die krumme Wurzel ist die mesiale.

Die Zungenfläche läßt keinen Unterschied gegenüber dem ersten Molar erkennen. Dasselbe gilt für die mesiale Kontaktfläche, dagegen erhält die distale durch den Mangel eines Distoconus ein etwas anderes Gepräge. Sie ist von regelmäßiger Form, leicht gewölbt; doch macht sich oft in ihrer bukkalen Hälfte, also an der Stelle, wo der Distoconus sitzen sollte, eine leichte Steigerung der Konvexität bemerkbar. Durch das gelegentliche Auftreten eines Distoconus ändert sich das Bild natürlich in entsprechender Weise.

Die Wurzeln des zweiten unteren Mahlzahnes zeigen im ganzen und großen dasselbe Verhalten wie die des ersten, auch hier läßt sich eine mesiale Radix curvilinea und eine distale Radix rectilinea unterscheiden, nur sind sie in der Regel etwas gestreckter und weichen weniger auseinander, auch erscheinen die Längsfurchen an beiden Wurzeln schwächer. Partielle und vollkommene Verschmelzungen der Wurzeln sind hier schon weitaus häufiger als am ersten Molar. Sie werden nach Hillebrand in 36%, also in mehr als einem Drittel der Fälle, beobachtet, eine mächtige Zunahme gegenüber den 5% beim M_1. Auch hier begegnen wir ab und zu einer Radix entomolaris.

Von den Wurzelkanälen (Fig. 84) ist der der distalen Wurzel stets einfach, doch fand ich in 18% der Fälle unmittelbar an der Spitze eine Bifurkation des Ganges mit zwei Ausmündungen, wobei der eine Teilungs-

ast, und zwar der an der eigentlichen Spitze endigende, als schwacher Nebenast erschien, während die Hauptfortsetzung des Kanals seitwärts ablenkte. Der Kanal der mesialen Wurzel war in 32% einfach, in 13% in zwei völlig getrennte Kanäle geteilt; in 55% — dies ist also der häufigste Fall — gingen aus der Pulpakammer zwei Kanäle hervor, die sich aber dicht vor der Spitze zu einem einfachen Gang vereinigten. In 18% ließ sich am apikalen Endstück des mesialen Kanals eine kleine Nebenmündung nachweisen.

Maße des M_2 inf.:

Maximale Kronenhöhe bukkal	7	*mm*
Maximale Kronenhöhe lingual	6	*mm*
Maximale Kronenhöhe approximal	5	*mm*
Kronenbreite bukkal	11	*mm*
Kronenbreite lingual	11	*mm*
Kronendicke	10	*mm*
Kaufläche, bukko-lingualer Durchmesser	9	*mm*
Kaufläche, mesio-distaler Durchmesser	10	*mm*
Querdurchmesser des Halses	9	*mm*
Bukko-lingualer Durchmesser des Halses	8·5	*mm*
Wurzellänge vom Schmelzrand:		
mesiale Wurzel	13	*mm*
distale Wurzel	13	*mm*
Ganze Länge des Zahnes	20	*mm*

Dritter unterer Molar.

Der untere Weisheitszahn weist Erscheinungen auf, die vermuten lassen, daß dieser Zahn ebenso wie sein maxillarer Antagonist dem Schwunde verfallen ist, doch sind hier die Rückbildungserscheinungen keineswegs so deutlich ausgesprochen wie am oberen Weisheitszahn, auch bleibt er in bezug auf Variabilität weit hinter diesem zurück.

Die Krone ist in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle schwächer als die seines mesialen Nachbars, aber stärker als die seines Gegenübers, oft ist der Unterschied sehr in die Augen springend. Doch kommen auch wieder Fälle vor, wo der dritte untere Weisheitszahn stärker als der zweite Molar oder gar der stärkste von den drei unteren Molaren ist (Fig. 85).

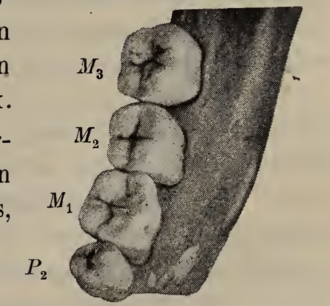


Fig. 85.
Untere linke Molaren. M_3 ist größer als M_2.

Die Umrißform der Kaufläche zeigt zumeist nicht mehr jene regelmäßige viereckige Gestaltung wie beim zweiten Molar, sie ist unsymmetrischer, verschmälert sich nicht unmerklich in distaler Richtung, springt an der distalen Seite, wo sich kein weiterer Zahn mehr raumbeengend anschließt, konvex vor, besonders in der bukkalen Hälfte, und zeigt stark abgerundete Winkel. Sehr häufig ist die Umrißform in mesio-distaler Richtung etwas verlängert. Daneben aber kommen Fälle vor, wo der Zahn seiner Form und sonstigen Beschaffenheit nach genau das Verhalten des zweiten Molars wiederholt und von ihm kaum unterschieden werden kann.

Die typische Höckerzahl ist vier. Unter den von mir untersuchten 306 Zähnen traf ich diese Zahl in 57·5% an. Der fünfhöckrige Typus, den

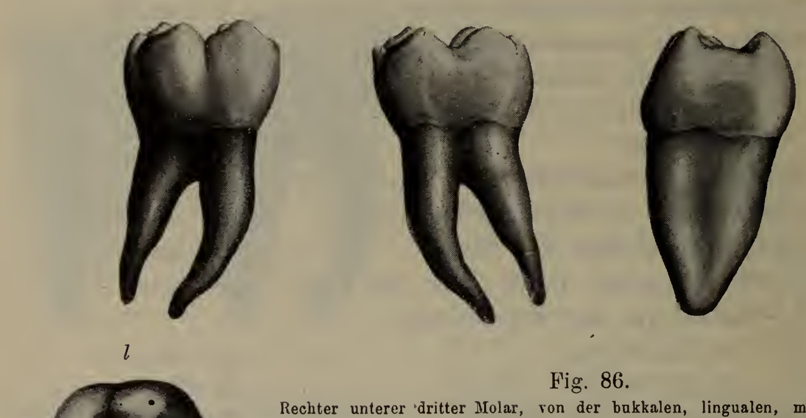


Fig. 86.
Rechter unterer dritter Molar, von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. Die Kaufläche weist das seltenere fünfhöckrige Muster auf. Vergr. 2.

ich in 30·0% verwirklicht fand, kommt zustande durch das Auftreten eines mehr oder weniger wohlausgeprägten besonderen Höckers, der seiner Lage nach dem Distoconus entspricht, ohne aber das typische Verhalten dieses Höckers zur Schau zu tragen; oft erscheint der Vorsprung nicht als selbständiges Gebilde, sondern mehr nur als abgesprengte Partie des Bukko-distoconus, die nicht einmal eine besondere Hervorragung des Kauflächenumrisses verursacht. Bei dem das Frequenzmaximum darstellenden vierhöckrigen Muster vermissen wir zumeist an der die Höcker voneinander trennenden Kreuzfurche jene Regelmäßigkeit, die der Mahlfläche des zweiten unteren Molars ihr so charakteristisches symmetrisches Gepräge verleiht; sie zeigt oft Krümmungen, Knickungen besonders um die Kreuzungsstelle. Dort begegnet man gelegentlich auch einer regelmäßigen Kreuzfurche. Auch das gegenseitige Volumverhältnis der Hügelfelder variiert stark. Zumeist sind die beiden mesialen Höcker stärker als die distalen, auch haben

die bukkalen Höcker das Übergewicht über die lingualen, so daß der stärkste Höcker der bukko-mesiale, der schwächste der linguo-distale ist. Auch hier begegnen wir recht häufig am mesialen Ende der Kaufurche einem besonderen Grübchen, der Fovea mesialis.

Eine Verminderung der Höckerzahl ist ziemlich selten — unter den von mir untersuchten Zähnen kam sie nur in 2·2% vor. Sie kommt zustande durch Verschmelzung der beiden Zungenhöcker. Zuckerkandls statistische Angaben über die Häufigkeit der verschiedenen Kronenreliefs sind folgende: 4 Höcker 51%, 5 Höcker 43%, 3 Höcker 3%; diejenigen Hillebrands: 4 Höcker 60·7%, 5 Höcker 12%, 3 Höcker 6%.

Häufiger als die Dreihöckerform ist ein Zerfall der Kaufläche in eine größere Anzahl, sechs bis neun oder noch mehr, kleinerer Knötchen. Sie kann geradezu ein maulbeerförmiges Aussehen annehmen. Hillebrand gibt als Häufigkeitszahl dieses Vorkommnisses 12% an. In Fig. 87 ist ein derartiger Fall abgebildet; die Kaufläche ist in mesio-distaler Richtung verlängert, bukko-lingual schmal; es sind vier größere bukkale und fünf kleinere in einer Reihe angeordnete linguale Hügelchen vorhanden; die beiden Reihen werden durch eine lange mesio-distale Furche voneinander geschieden. Die Varietät kommt stets bilateral vor und ist nach Blacks Erfahrungen erblich. Ab und zu treffen wir auch verkümmerte Formen der Krone mit gänzlich irregulärem Kaurelief an.

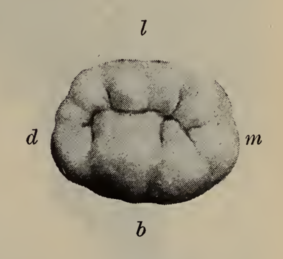


Fig. 87.

Rechter unterer Weisheitszahn mit multipler Höckerbildung an der lingualen Abteilung der Kaufläche.

Von der Bukkalfläche ist folgendes zu sagen. Sie ist etwas konvexer als bei den zwei vorhergehenden Molaren, die senkrechte Trennungsfurche, die nebst dem Einschnitt am Kaurand einen Teil dieser Fläche in zwei Lappen teilt, ist seichter als bei diesen. Bei Gegenwart eines fünften Höckers ist manchmal noch eine akzessorische Vertikalfurche vorhanden. Sehr stark ausgeprägt pflegt das Mühlreitersche Merkmal zu sein, welches dann, nebst den anderen Zeichen, eine brauchbare Handhabe für die Seitenbestimmung abgibt.

Über die linguale und mesiale Fläche ist nichts Besonderes zu melden, dagegen ist von der distalen zu bemerken, daß sie in der Regel geradezu kegelförmig gewölbt ist, besonders in ihrer bukkalen Zone.

Die Wurzeln sind im Verhältnis zur Krone etwas schwächer als bei den beiden anderen unteren Molaren, zeigen aber sonst dasselbe Verhalten. Verschmelzungen derselben sind außerordentlich häufig, aber nur partielle mit furchenartiger Andeutung der Wurzelgrenzen; eine totale Verschmelzung zu einem einheitlichen Kegel, wie sie Mayrhofer aus der Mühlreiterschen

Sammlung abbildet, gehört zu den großen Seltenheiten. Hillebrands Statistik ist folgende: zwei der ganzen Länge nach getrennte Wurzeln 41%, drei Wurzeln 7·5%, vier Wurzeln 1·5%, partielle Wurzelverschmelzung 50%. Eine totale Verschmelzung bis zur Spitze hat Hillebrand an seinem Material nicht beobachtet. Daß ich in einem Falle auch an diesem Zahn eine kleine akzessorische Wurzel, eine Radicula entomolaris, an der lingualen Seite angetroffen habe, habe ich schon erwähnt. Verbiegungen der Wurzeln oder des Wurzelkomplexes besonders nach der distalen Seite sind nicht selten, auch förmliche Knickungen (Fig. 88) kommen vor, die bei der Extraktion Schwierigkeiten bereiten können.

In der Mehrzahl der Fälle finden wir zwei einfache Kanäle, je einen in jeder Wurzel. Nur in 33% konnte ich in der Mesialwurzel zwei Kanäle



Fig. 88.
Rechter unterer M_1 mit verbogenen Wurzeln.

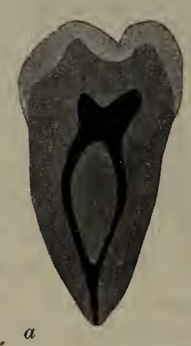




Fig. 89.
Unterer Weisheitszahn. *a* = Bukko-lingualschliff (mesiale Wurzel); *b* = Mesio-distalschliff; die krummere Wurzel ist die mesiale.

feststellen, die sich aber im Spitzengebiet in allen Fällen zu einer einfachen Mündung vereinigten; in solchen Fällen liegen also drei Kanäle vor. Es kann sich aber die Zahl der Kanäle auf einen einzigen reduzieren, was nach Port (1905) fast in 10% vorkommt; an meinem Material findet sich dieses Verhalten in 7·4%.

Maße des M_3 inf.:

Maximale Kronenhöhe bukkal	6	*mm*
Maximale Kronenhöhe lingual	5·5	*mm.*
Maximale Kronenhöhe approximal	5	*mm*
Kronenbreite bukkal	11	*mm*
Kronenbreite lingual	11	*mm*
Kronendicke	10	*mm*
Kaufläche, bukko-lingualer Durchmesser	8	*mm*
Kaufläche, mesio-distaler Durchmesser	10	*mm*

Querdurchmesser des Halses	9 *mm*
Bukko-lingualer Durchmesser des Halses	8 *mm*
Wurzellänge vom Schmelzrand:	
mesiale Wurzel	13 *mm*
distale Wurzel	13 *mm*
Ganze Länge des Zahnes	19 *mm*

Nachtrag zu den Molaren.

Es sind noch einige Punkte zu besprechen, die sich gemeinsam auf sämtliche Molaren beziehen.

1. An der bukkalen Fläche des zweiten oder dritten Molars, des oberen wie des unteren, tritt hin und wieder ein besonderes Höckerchen hervor, mit dem Sitz am mesialen Bukkalhöcker, schon an der Grenze zur Mesialfläche (Fig. 90 bis 94). In einem Teil der hierhergehörigen Fälle setzt sich in der Fortsetzung der seitlichen Grenzfurchen dieses Vorsprunges je eine Furche auf die mesiale Wurzel fort, so daß frappant der Anschein eines angewachsenen kleinen rudimentären Zahnes entsteht. Das Gebilde war schon früheren Autoren, u. a. auch Zuckerkandl, bekannt, der es in dem von ihm bearbeiteten Teil dieses Handbuches, 3. Aufl., Fig. 32*B*, auch abbildet, aber auffallenderweise in der Figurenerklärung den betreffenden Zahn als den ersten oberen Molar bezeichnet. Da nach ihm niemand wieder den Höcker an diesem Zahn, sondern immer nur am zweiten und dritten wahrgenommen hat, so dürfte die Vermutung nicht zu gewagt sein, daß dem sonst außerordentlich gewissenhaften und vorsichtigen Forscher hier eine Verwechslung unterlaufen ist. Hillebrand gibt eine ausführliche Statistik über die Häufigkeit dieser Bildung. Darnach kommt der Höcker an den einzelnen Molaren in folgender Frequenz vor: M_2 sup. = 2%, M_3 sup. = 1%, M_2 inf. = 0·068%, M_3 inf. = 1%. Der erste Molar wird gar nicht erwähnt. Wie ersichtlich, ist der Höcker am häufigsten am zweiten oberen, am seltensten am zweiten unteren Mahlzahn; am oberen und unteren Weisheitszahn wird er in gleicher Häufigkeit, und zwar halb so oft wie am M_2 sup., angetroffen. In der Fig. 93 ist ein derartiger Höcker wieder-

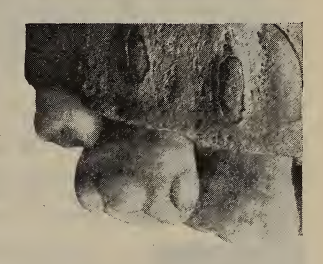


Fig. 90.
Paramolarhöcker am zweiten oberen Molar. Dritter Molar rudimentärer Höckerzahn.

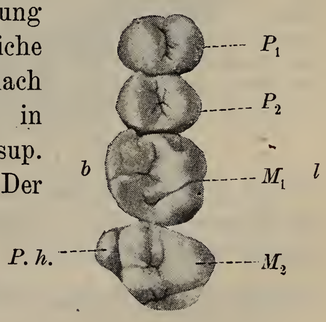


Fig. 91.
Paramolarhöcker (*P. h.*) an der Bukkalfläche des rechten oberen zweiten Molars.

gegeben, der durch eine Längsfurche in zwei Teile geteilt ist. Sehr ausführlich hat sich mit dieser Bildung neuerdings Bolk[1] befaßt. Er erblickt in diesen Höckern, die er Paramolarhöcker nennt, Rudimente der sonst spurlos unterdrückten laktealen Vorgänger des zweiten und dritten Molarzahnes; hieraus erkläre es sich, daß die Höcker stets an der bukkalen Seite der Zähne auftreten. Der erste Molar hat kein solches Tuberculum, weil er nach Bolks Meinung selbst Milchzahn ist, nämlich der stehengebliebene, permanent gewordene dritte Milchmolar unserer Stammform, der Platyrrhinen (breitnasigen Affen). Adloff[2] verlegt den Ursprung dieser Höcker noch um eine Station weiter zurück; er erblickt in ihnen Elemente prälaktealer Natur, die, sonst organisch in die Bildung des Zahnes aufgegangen, durch Reduktionsvorgänge, wodurch der Zahn gewissermaßen in seine Elemente zerlegt wird, wieder zum Vorschein kommen. Sein Nichtvorkommen am ersten Molar erklärt er daraus, daß dieser Zahn dasjenige Element des menschlichen Gebisses ist, das am wenigsten zu Rückbildungserscheinungen neigt und überhaupt am wenigsten variiert. Bolk hat zuerst die Beziehungen dieses Höckers zu jenen überzähligen Stiftzähnchen aufgedeckt, die ab und zu in der Gegend der Molaren, und zwar stets an deren bukkaler Seite und immer an bestimmten Stellen, vorkommen. Die beiden Bildungen gehören ohne Frage zusammen. Man kann diese rudimentären Zähnchen, Bolks Paramolaren (Fig. 94), als selbständig gewordene Paramolarhöcker auffassen. Diese Stiftzähne sind bisher nur im Oberkiefer beobachtet worden, entweder im Winkel zwischen M_1 und M_2 (Paramolar I, nach Bolk vom M_2 abgelöst) oder, häufiger, im Winkel zwischen M_2 und M_3 (Paramolar II, vom M_3 abgelöst). Der Paramolar hat auch in seiner entwickeltesten Form immer nur eine einfache Wurzel und eine einfache Krone. Die Paramolaren spielen in den theoretischen Anschauungen Bolks über die Dentitionen eine hervorragende Rolle. Er faßt sie ebenso wie die Paramolarhöcker als Rudimente der Milchzähne des zweiten und dritten Molars auf, als atavistisch wieder erscheinende Reste der sonst verlorengegangenen laktealen Vorgänger dieser Zähne. Am ersten Molar komme

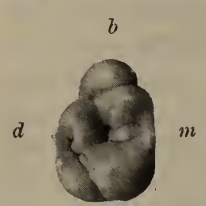


Fig. 92. Paramolarhöcker am rechten oberen zweiten Molar, von der Kaufläche gesehen.


Fig. 93. Durch eine Längsfurche geteilter Paramolarhöcker an der Wangenfläche des rechten oberen zweiten Molars.

[1] L. Bolk, Über überzählige Zähne in der Molargegend des Menschen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 32, 1914, S. 197.

[2] P. Adloff, Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen. Berlin 1916, S. 103.

ein solcher Paramolar deshalb nicht vor, weil dieser Zahn, wie schon oben erwähnt, nach seiner Hypothese kein eigentlicher permanenter Molar, sondern ein zur ersten Dentition gehöriger Zahn ist.

Eine von diesen Paramolaren gänzlich verschiedene Bildung ist der Distomolar, das heißt der Stiftzahn, der als seltene Abnormität hauptsächlich im Oberkiefer hinter dem dritten Molarzahn, bisweilen ein wenig lingualwärts verschoben, angetroffen wird (Fig. 95). Er entspricht anscheinend einem vierten Molar, nur in sehr verkümmertem Zustand. Er kann auch mit dem Weisheitszahn, und zwar mit dessen disto-lingualem Höcker, verwachsen sein und stellt dann das Tuberculum distomolare dar.

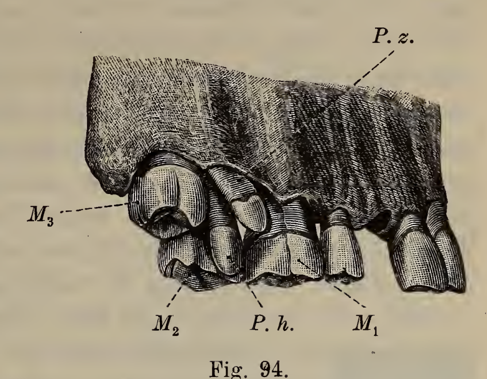


Fig. 94.
Paramolarhöcker (*P. h.*) am rechten oberen M_2 und Paramolarzahn (*P. z.*) vor dem M_2. Nach Zuckerkandl.

2. An der Bukkalfläche der Krone der unteren Molaren findet man nicht selten ungefähr in deren Mittelhöhe am Ende der von der Einkerbung des Kaurandes ausgehenden Vertikalfurche eine punktförmige, wie durch einen Nadelstich hervorgerufene Vertiefung. Es handelt sich nicht um eine pathologische Erscheinung, wie man nach dem ersten Eindruck meinen sollte, sondern um eine angeborne blindsackförmige Hypoplasie des Schmelzes und der daruntergelegenen Dentinsubstanz; sehr häufig ist die Stelle der Angriffspunkt der Karies. Das Grübchen fand zuerst bei Miller (Mikroorganismen der Mundhöhle, 1889) Erwähnung und wurde von diesem als Foramen coecum molarium bezeichnet. Ausführlicher beschäftigten sich damit de Terra, Gorjanović-Kramberger, Árkövy und Hillebrand. De Terra stellte fest, daß ein ähnliches Foramen auch an den oberen Molaren vorkommt, aber auffallenderweise nicht an der bukkalen, sondern an der lingualen Fläche, ebenfalls am Ende der Vertikalfurche. Was die Angaben über die Häufigkeit des Foramen coecum betrifft, so ist meiner Ansicht nach allen einschlägigen Daten nur ein bedingter

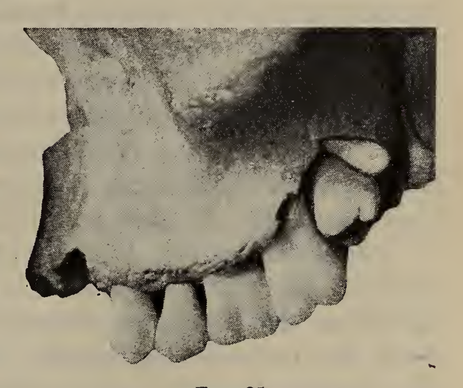


Fig. 95.
Rudimentärer vierter Molar (Distomolar) hinter dem linken Weisheitszahn. Die beiden Zähne waren noch nicht durchgebrochen, der Knochen ist aufgemeißelt.

Wert zuzuerkennen. Zunächst ist es zu sehr dem subjektiven Ermessen anheimgestellt, wo man die Grenze ziehen soll zwischen einer an ihrem Ende nur etwas stärker akzentuierten Vertikalfurche und einem richtigen Foramen coecum. Dann kommt als irreführendes Moment der sehr häufige Fall hinzu, daß die Vertikalfurche durch leichte, noch kaum erkennbare Usur des Schmelzes in ihrem marginalen Teil geschwunden ist, wodurch nun das in der Mittelhöhe der Krone befindliche, isoliert erhalten gebliebene Endstück derselben als typisches, wenn auch seichtes Foramen coecum imponiert; wie geschildert, unterliegen bei den unteren Molaren zuerst die bukkalen, bei den oberen zuerst die lingualen Höcker der Abnutzung. Beide Umstände wirken dahin zusammen, daß wohl alle Zahlen die Tendenz haben, zu groß auszufallen. Mit diesem Vorbehalt sind wohl de Terras auffallend hohe Zahlen zu beurteilen; sie betragen für die oberen Zähne: $M_1 = 55\%$, $M_2 = 27\%$, $M_3 = 12\%$, für die unteren: $M_1 = 64\%$, $M_2 = 47\%$, $M_3 = 35\%$. Oben wie unten fällt die Abnahme vom ersten zum dritten Molarzahn auf, was damit zusammenstimmt, daß, wie an den betreffenden Stellen erwähnt wurde, auch der Vertikalsulkus in derselben Reihenfolge schwächer wird; ist doch das Foramen coecum eine Erscheinung, die offenbar an diesen Sulkus geknüpft ist. Árkövy gibt für rezente europäische Schädel 8·33% für die oberen und 32·5% für die unteren Molaren an. Weitaus strenger in der Beurteilung dessen, was man als Foramen coecum bezeichnen dürfe, ist offenbar Hillebrand vorgegangen, wie aus seinen verhältnismäßig niedrigeren Zahlen hervorgeht: M_1 sup. (1050 Zähne) = 2·1%, M_2 sup. = 1·7%, M_3 sup. = 0, M_1 inf. (998 Zähne) = 3%, M_2 inf. = 8%, M_3 inf. = 7%. Auffallend ist nur an Hillebrands Angaben, daß er für den ersten unteren Molar eine beträchtlich niedrigere Zahl angibt als für den zweiten und dritten; schon eine flüchtige Untersuchung einer Anzahl von Schädeln zeigt, daß hier ein Irrtum im Spiele sein muß.

3. Betrachtet man beim Orang-Utan die Kaufläche der Molarzähne, so fallen an ihr die komplizierten mäandrischen Schmelzrunzeln auf. Die Kauhöcker sind bei diesem Menschenaffen besonders niedrig, und es ist daher der Gedanke ausgesprochen worden (Selenka), daß durch diese unregelmäßige Zerknitterung der Okklusalfläche eben diese verhältnismäßige Niedrigkeit und funktionelle Minderwertigkeit der Höcker kompensiert werden soll. Beim Schimpansen, der mittelhohe Höcker hat, ist die Runzelung schon viel weniger ausgesprochen, beim Gorilla endlich, dessen Molarenkronen mit hohen Kauhöckern ausgestattet sind, fehlt sie ganz. Besonders ist von Gorjanović-Kramberger[1] die Aufmerksamkeit auf diese

[1] K. Gorjanović-Kramberger, Der diluviale Mensch von Krapina. Wiesbaden 1906, S. 204. — Derselbe, Die Kronen und Wurzeln der Molaren des Homo primigenius und ihre genetische Bedeutung. Anatomischer Anzeiger Bd. 31, 1907, S. 97.

Runzelung gelenkt worden, und zwar aus Anlaß der interessanten Beobachtung, daß ganz ähnliche Schmelzrunzeln an den Mahlzähnen des Homo primigenius von Krapina fast ausnahmslos angetroffen werden. Seitdem wurde festgestellt, daß hin und wieder auch an rezenten Schädeln diese Erscheinung vorkommt, besonders am Weisheitszahn. Es ist allerdings nicht leicht anzugeben, von welchem Punkt an man schon von einer eigentlichen Schmelzrunzelung sprechen soll. Überaus häufig begegnet man nämlich an den Molaren dem Verhalten, daß sich von der Kaufurche zarte Seitenreiserchen abzweigen, die in die Höcker hineindringen, ohne sie vollkommen in sekundäre Höcker zu fragmentieren. Sind diese Ästchen reichlicher und gewundener, so entsteht das Bild ausgesprochener pithekoider Schmelzrunzelungen (Fig. 96), doch wo soll man die Grenze ziehen? Aus diesem Grunde müssen auch statistische Angaben über die Häufigkeit dieser Erscheinung einem gewissen Mißtrauen begegnen. Jedenfalls sind Fälle ausgesprochener Runzelung sehr selten; Hillebrand gibt für die oberen Mahlzähne folgende Zahlen an: M_1 vier Fälle unter 1400 Zähnen $= 0{\cdot}28\%$, $M_2 = 0{\cdot}32\%$, $M_3 = 2{\cdot}7\%$. De Terra (a. a. O. S. 188) hält die Schmelzrunzeln des Menschen nicht für identisch mit denjenigen der genannten zwei Anthropoiden; seiner Meinung nach haben wir es nur mit einer Konvergenzerscheinung zu tun, eine Ansicht, die mir nicht recht begründet zu sein scheint. Ich möchte darauf hinweisen, daß man übrigens die Erscheinung ebensogut auch als Entwicklungshemmung auffassen kann. Die im Durchbrechen begriffenen oder eben erst durchgebrochenen Dauermolaren, besonders der M_1 inf., zeigen nämlich eine durch Schmelzwülstchen und -furchen zerklüftete Kaufläche; die Runzelung ist manchmal so stark, daß der Höckertypus kaum zu erkennen ist. Erst später, schon nach dem Durchbruch, gleichen sich diese Unregelmäßigkeiten auf nicht leicht erklärbare Weise aus; unterbleibt dies, so kommt es wohl zu der in Rede stehenden Varietät. Vielleicht greifen hier auch pathologische Momente störend in die volle Ausbildung des Zahnes ein.

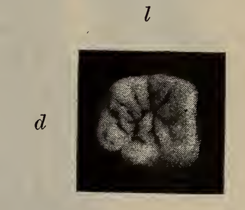


Fig. 96.
Kaufläche des rechten unteren M_1; Schmelzrunzeln. An der mesialen Seite Defekt durch Karies.

4. In überaus seltenen Fällen erscheint ein vierter Molar an der distalen Seite des dritten, entweder als rudimentäres, zapfenförmiges Gebilde (Distoembolus), oder als unvollkommen entwickelter Höckerzahn, oder endlich als vollentwickelter vierter, »supplementärer« Molar (Distomolar, Hypermolar), wie in dem in Fig. 97 abgebildeten Fall. Gewöhnlich liegt in solchen Fällen eine außergewöhnlich geräumige Mundhöhle vor. Im allgemeinen handelt es sich hier um eine große Seltenheit, was dadurch ge-

nügend gekennzeichnet wird, daß Bolk[1] unter 35.000 Schädeln keinen einzigen Fall eines vierten Molars angetroffen hat. Viel häufiger als beim Menschen ist diese Varietät bei den Anthropoiden; sie soll nach Selenka (1908) beim Orang in 20%, beim Gorilla in 8% vorkommen. Vielfach wird sie als Rückschlagserscheinung aufgefaßt, wobei allerdings auf sehr weit zurückliegende Formen zurückgegriffen werden müßte, da überhaupt kein Plazentalier, die fossilen Formen mit einbegriffen, mehr als drei Molaren besitzt. Selenka hält im Gegensatz hierzu das Erscheinen eines Hypermolars für eine bedeutungslose Varietät, für eine Art von Luxusbildung, hervorgerufen vielleicht durch Überernährung. Letztere Anschauung ist als im höchsten Grade originell zu bezeichnen; es wäre etwas ganz Neues, daß eine Überernährung bei so hochstehenden Formen, wie es die Primaten sind, in der embryonalen oder der postembryonalen Periode eine Vermehrung der Organe hervorrufen könne. Wie bei den meisten Abnormitäten und Varietäten müssen wir uns wohl auch hier hinsichtlich der letzten Ursachen mit einem resignierten »Ignoramus« bescheiden. Die Möglichkeit des Entstehens einer vierten und (wie in dem von Selenka beim Orang beobachteten Fall) einer fünften Mahlzahnanlage ist unserem Verständnis nähergerückt worden durch Röses Entdeckung, daß die Keime der bleibenden Mahlzähne nicht durch direkte Epitheleinstülpung von der Oberfläche her, sondern durch Fortwachsen der Zahnleiste unter der Oberfläche und Bildung von Schmelzknospen an der Leiste entstehen. Bildet diese Leiste um eine Knospe mehr als sonst, so entsteht der überzählige Molar. In mehreren der einschlägigen Fälle, so auch im oben abgebildeten, wird die auffallende Weite der Mundhöhle bei dem betreffenden Individuum hervorgehoben. Selenka beobachtete sogar einen fünften Molar bei einem Orang.



Fig. 97.
Vier Molarzähne. Nach einem im Besitze des Stomatologischen Instituts der Universität Budapest befindlichen Gipsmodell mit der Aufschrift: 26jähriger Mann, Geschenk von Dr. G. Fekete, 1909.

VIII. Milchzähne.

Die Milch- oder Wechselzähne (Dentes lactei seu caduci), auch temporäre Zähne, Zähne der ersten Dentition genannt, sind zarter und in allen

[1] L. Bolk, Welcher Gebißreihe gehören die Molaren an? Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie Bd. XVII, 1914, S. 83.

Dimensionen kleiner als die Dauerzähne, besonders aber sind sie es in der Höhendimension. Die Krone weist eine niedrige, plumpe, breite Gestalt auf, während die Wurzel im Verhältnis zur Krone eher schlank und lang ist. Die Milchzähne schließen sich durch diese ihre gedrungene Gestalt der Form des ganzen kindlichen Gesichtes an, das ja ebenfalls im Vergleich zu dem Gesicht des Erwachsenen niedrig und breit ist. Während sich z. B. beim bleibenden oberen medialen Schneidezahn die Breite der Krone zur Gesamtlänge des Zahnes wie 1 : 3·2 verhält, beträgt diese Verhältniszahl bei dem zentralen Milchincisivus 1 : 2·5. Der erste Eindruck, den wir bei Betrachtung des Milchgebisses empfangen, ist denn auch der, daß die Zähne nicht nur klein, sondern auch auffallend niedrig sind.

Was das Verhältnis der Krone zur Wurzel betrifft, so sehen wir, daß während bei dem genannten Zahn des Dauergebisses das Längenverhältnis beider 1 : 1·33 beträgt, dieses sich bei dem zentralen Incisivus des Wechselgebisses auf 1 : 1·66 stellt: die Wurzel ist also relativ nicht unbeträchtlich länger als beim Dauerzahn.

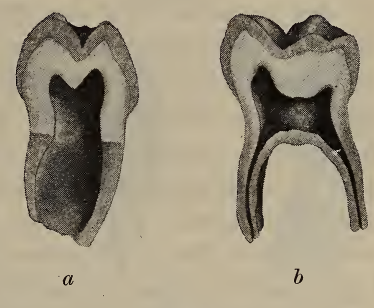


Fig. 98.

Rechter unterer zweiter Milchmolar, der Länge nach aufgesägt, zur Demonstrierung des weiten Cavum dentis. *a* = Bukko-lingualschliff der mesialen Wurzel; *b* = Mesio-distalschliff.

Ein sehr bezeichnendes Merkmal der Milchzähne, besonders der Milchmolaren, besteht darin, daß sich die Krone durch einen gewulsteten, erhöhten Rand gegen den Hals absetzt; dies beruht darauf, daß erstens die Wurzel im Verhältnis zur Krone schlank ist, zweitens daß die Krone in der Nähe des Schmelzrandes eine polsterartige Verstärkung erfährt. In der Farbe der Milchzähne fehlt der satte, leicht gelbliche Ton der Dauerzähne, sie weisen eine charakteristische milchweiße, leicht ins Bläuliche spielende Färbung auf. Der Hohlraum des Zahnes ist verhältnismäßig geräumig (Fig. 98). Die Wurzeln der Molaren sind stark auseinander gespreizt, da sie die Krone des Dauerzahnes zwischen sich zu fassen haben. Die frontalen Milchzähne stehen senkrecht in den Kiefern und nicht nach außen geneigt wie im bleibenden Gebiß, Krone und Wurzel liegen in einer Linie, dabei sind sie von vornherein nicht so dicht angeordnet wie die Zähne des Dauergebisses; etwa vom fünften Jahr angefangen findet man die Vorderzähne durch kleine Lücken voneinander getrennt. Sie sind der Abnutzung ebenso oder vielleicht noch stärker als das bleibende Gebiß unterworfen, doch kommen wegen der Kürze ihres Lebenslaufes und der weicheren Beschaffenheit der kindlichen Nahrung so starke Abnutzungen wie bei diesen kaum jemals vor,

immerhin wird man das Relief der Kaufläche und den Kaurand nur an solchen Milchzähnen unberührt finden, deren Wurzel noch nicht ganz bis zur Spitze ausgebildet ist. Die abgenutzte Kaufläche des zweiten Milchmolars gehört mit zu den praktisch verwertbaren Unterscheidungsmerkmalen gegen den noch mit steilen Spitzen und scharfen Kanten versehenen ersten Dauermolar. Die Milchzähne sind in ihrer Erscheinungsform beständiger, Unter- und Überzahl, Retention, Formvarianten, Stellungsanomalien, Okklusionsfehler kommen bei ihnen seltener vor.

Milchzähne gibt es 20, da die Prämolaren fehlen und von den Molaren jederseits oben wie unten nur zwei vorhanden sind. Richtiger wäre es, nur von einem Milchmolar zu reden und den sogenannten ersten Milchmolar als eine besondere, nur dem Milchgebiß eigentümliche Zahngattung anzuführen. Tatsächlich schließt sich dieser Zahn nur in der Zahl und Beschaffenheit seiner Wurzeln — oben sind es drei, unten zwei — dem Molarentypus an, in der Form und im Relief seiner Krone weicht er von den Mahlzähnen beträchtlich ab; wenn man aber berücksichtigt, daß bei den Affen, einschließlich der Menschenaffen, auch die Prämolaren oben drei-, unten zweiwurzelig sind, ferner daß in seltenen Ausnahmefällen auch die menschlichen oberen Prämolaren drei Wurzeln besitzen, so wird man dieser Eigenschaft als Molarenkennzeichen keine so entscheidende Bedeutung beimessen können. Der erste Milchmolar ist verschiedentlich den Prämolarzähnen der Affen gleichgestellt worden; nach genauer Vergleichung des beiderseitigen Kronenreliefs könnte ich mich dieser Beurteilung nicht anschließen, ebensowenig wie der Meinung Adloffs[1], daß der Zahn tatsächlich nur ein reduzierter Molar sei. Die zutreffendste Ausdrucksweise scheint mir die zu sein, daß der Zahn seinem Typus nach ein Zahnindividuum sui generis ist, eingeschaltet zwischen Eckzahn und ersten Mahlzahn; diese Auffassung findet auch darin eine Stütze, daß der »zweite« Milchmolar ganz nach dem Muster des ersten Dauermolars gebaut ist, also als ein richtiger erster Mahlzahn aufgefaßt werden darf.

Milchschneidezähne (Fig. 99 bis 102).

Über die Incisivi können wir uns kurz fassen, da sie, abgesehen von ihrer Kleinheit, nur wenig von den Dauerschneidezähnen abweichen. Am meisten unterscheidet sich noch der mediale obere Schneidezahn von seinem permanenten Nachfolger, in erster Linie durch seine gedrungenere, breitere Krone, die an der Labialfläche auch etwas stärker gewölbt ist, mit einer leichten Hinneigung der Querwölbung nach der medialen Seite hin (Krümmungsmerkmal). Von den Seitenrändern ist hier der laterale der gewölbtere. Das Winkelmerkmal (Unterschied zwischen mesialem und distalem

[1] P. Adloff, Das Gebiß des Menschen und der Anthropomorphen. Berlin 1908, S. 20.

Kronenwinkel) ist zu erkennen. Am Kaurand vermißt man die drei kleinen Zacken, die an den eben erst durchgebrochenen Dauerschneidezähnen eine so auffallende Erscheinung bilden; sie fehlen auch an den übrigen Milchinzisiven. An der lingualen Fläche der Krone fällt das große, abgerundete, verhältnismäßig weit herunter reichende Tuberculum auf; die Vertiefung des Zahnes stellt sich als seichte, quere, von einem Randwulst zum anderen reichende Furche dar. »Frenula« kommen nicht vor, auch eine Zweiteilung des Tuberculums durch eine Längsfurche ist eine Seltenheit.

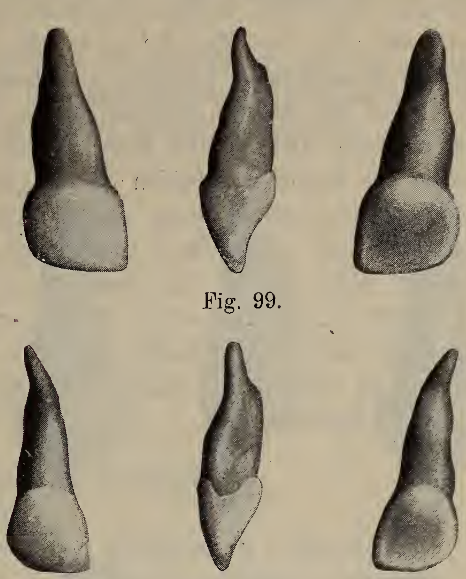


Fig. 99.

Fig. 100.

Obere Milchschneidezähne der rechten Seite, von der labialen, mesialen und lingualen Seite. Fig. 99 = medialer, Fig. 100 = lateraler Schneidezahn. Vergr. 2.

Die Wurzel ist, abweichend von der des Dauerzahnes, von vorn nach hinten abgeplattet, vorn in der Mitte mit einer Längsfurche versehen, während die hintere Fläche gewölbt ist; sie läuft in eine labio-lingual abgeflachte, oft leicht medialwärts geneigte Spitze aus. Krone und Wurzel liegen sowohl bei der Frontal- wie bei der Profilbetrachtung in einer geraden Linie. Hier sei die Bemerkung eingeschaltet, daß die vordere Längsfurche der Wurzel bei den Anthropomorphen viel deutlicher ausgeprägt ist; am medialen Milchincisivus des Schimpansen schneidet sie sogar oft ganz durch, so daß der Zahn zweiwurzelig wird.

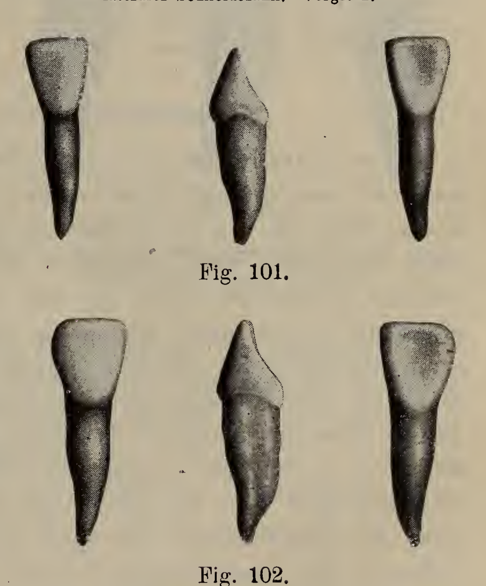


Fig. 101.

Fig. 102.

Untere Milchschneidezähne der rechten Seite, von der labialen, mesialen und lingualen Seite. Fig. 101 = medialer, Fig. 102 = lateraler Schneidezahn. Vergr. 2.

Der laterale obere Schneidezahn zeichnet sich durch den sehr schrägen, nach der lateralen Seite stark ansteigenden, dabei leicht gewölbten Verlauf des Kaurandes aus; dadurch wird der laterale Seitenrand

der Lippenfläche viel kürzer als der mediale, ferner der laterale Winkel zu einem stark abgerundeten. Die Zungenfläche ist nur ganz leicht ausgehöhlt, die sich nach oben zuspitzende Vertiefung des entsprechenden Dauerzahnes vermissen wir. Die Wurzel ist konisch zu nennen, sie ist nur kaum merklich in mesio-distaler Richtung verschmälert.

Von den unteren Schneidezähnen ist auch im Milchgebiß der laterale der stärkere. Der mediale gleicht seinem Nachfolger, nur ist die zervikale Partie der Krone auf beiden Seiten gewulsteter und die Fovea dentis an der Zungenseite etwas besser ausgesprochen, auch ist die Wurzel nicht oder nur eine Spur mesio-distal komprimiert, sie ist eher kegelförmig, Seitenfurchen fehlen an ihr, die Spitze ist oft lippenwärts gekrümmt. Bei I_2 inf. ist das Winkelmerkmal schon deutlich erkennbar, der Basalwulst der Lippenseite tritt samt Krümmungsmerkmal noch stärker als bei I_1 hervor. Die Wurzel ist schon etwas flacher, auch bereits mit Andeutungen von Seitenfurchen versehen.

Maße der Schneidezähne:

	I_1 sup.	I_2 sup.	I_1 inf.	I_2 inf.	
Maximale Kronenlänge	6	5·5	5	6	*mm*
Maximale Kronenbreite	6·5	5	4	5	*mm*
Maximale Kronentiefe	5	4	4	4·3	*mm*
Länge der Wurzel	10	9·5	8	9	*mm*
Länge des ganzen Zahnes . .	16	15	13	15	*mm*
Breite des Halses	5	4	3	3	*mm*

Milcheckzähne (Fig. 103 und 104).

Der obere Eckzahn unterscheidet sich durch sehr auffallende Merkmale vom Dauercaninus. Zunächst durch die plumpere Beschaffenheit seiner Krone; diese ist, von der Bukkalseite betrachtet, lanzettförmig, gedrungen, mehr der Krone eines bleibenden Prämolars ähnlich. Die senkrechtere Stellung des Zahnes erklärt es, daß sich die Spitze des Kaurandes nicht medianwärts verschoben, sondern in der Mitte der Kronenbreite oder sogar ein wenig distalwärts verlagert befindet. Eine sehr auffallende Abweichung vom bleibenden Eckzahn betrifft die Seitenwinkel der Krone; auf den Kenner des Dauercaninus macht es den Eindruck, als ob im Milchgebiß die Eckzähne der beiden Seiten vertauscht wären. Die beiden Winkel — die Berührungspunkte mit den Nachbarzähnen — stehen in gleicher Höhe, ist einer von beiden näher zur Spitze des Kaurandes gerückt, so ist es im Gegensatz zum Dauercaninus eher noch der distale. Dabei ist, wieder im Gegensatz zu dem permanenten Zahn, der distale Winkel niedrig, abgerundet, der mesiale stark winklig hervorspringend. Aus dem Gesagten folgt, daß

auch das für die Seitenbestimmung beim bleibenden Eckzahn so entscheidende »Seitenmerkmal«, nämlich die Aushöhlung des distalen Randes in der Halsgegend, hier nicht vorhanden ist.

In der Nähe des Schmelzrandes ist die Bukkalfläche der Krone stark gewulstet; sie schließt mit einem fast geradlinigen Schmelzrand ab. An der Zungenfläche erkennen wir ein starkes, breites Tuberculum, manchmal mit einer medianen Teilungsfurche, darunter die mittlere, gegen die Randwülste durch Furchen oder Grübchen begrenzte Fülleiste, die sich aber hier auch gegen das Tuberculum durch eine Querfurche absetzt. Die Wurzel ist verhältnismäßig kurz, plump, dreikantig mit abgerundeten Winkeln, ohne Seitenfurchen, ihre Spitze ist oft leicht seitlich umgebogen. Abweichend vom dauernden oberen Caninus kommt am oberen Milcheckzahn manchmal eine Trennung der Wurzel in zwei Teile, einen mesialen und distalen, vor. Beim Macacus und dem Siamang (Hylobates syndactylus) kommt dies viel häufiger vor.

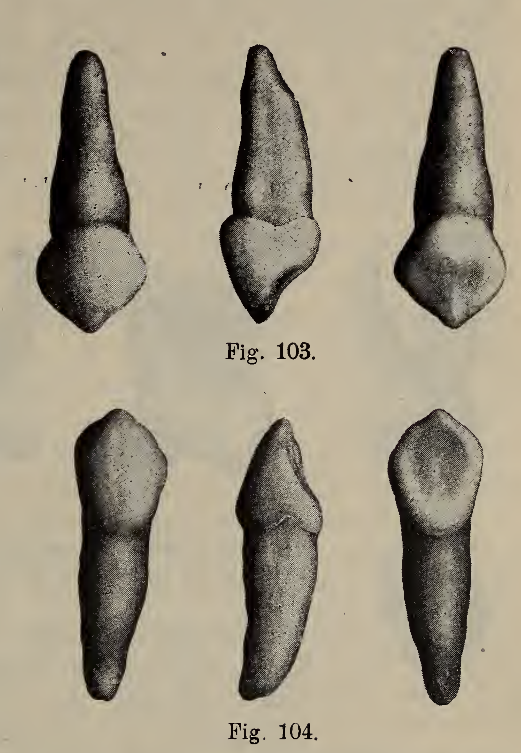


Fig. 103.

Fig. 104.

Oberer und unterer rechter Milcheckzahn von der Bukkal-, Lingual- und Mesialseite. Vergr. 2.

Der untere Milcheckzahn ist ähnlich dem oberen gebaut, nur ist seine Krone etwas schlanker und höher, daher die oben geschilderte Differenz der beiden Seitenwinkel nicht immer klar ausgeprägt ist. Die Zungenfläche erscheint etwas flacher als beim oberen Eckzahn, oft sehen wir nur die distale Randleiste gegen den Mittelteil der Krone durch eine Furche begrenzt.

Maße:

	Oberer C	Unterer C
Höhe der Krone	7	8
Breite der Krone	7	6
Tiefe der Krone	6	5
Halsbreite	5·5	5
Wurzellänge	11	11
Gesamtlänge	18	19

Oberer erster Milchmolar.

Mit dem oberen ersten Milchmolar gelangen wir, wie schon oben erwähnt, zu einer besonderen, nur dem Milchgebiß eigentümlichen Zahnsorte. Die Wangenfläche des Zahnes stellt ein niedriges Rechteck dar mit konvexen Seitenrändern, wovon der distale konvexer ist. Die Krone verschmälert sich nur wenig nach dem Hals zu, die Schmelzgrenze läuft schräg, sie steigt mesialwärts leicht in zervikaler Richtung an. Der größte Teil der Bukkalfläche ist flach, nach dem Randgebiet hin mit leichter Neigung lingualwärts, in der Nähe des Halses wölbt sie sich dagegen wulstig hervor; unter der mesialen Wurzel erhöht sich der Wulst zu einem besonderen gut abgegrenzten Hügel. Es ist dies der buckelförmige Vorsprung, der, schon von älteren Autoren, so von Carabelli, beschrieben, von Zuckerkandl den Namen Tuberculum molare erhalten hat; er heißt auch Tuberculum buccobasale. Am Kaurand sehen wir eine mittlere breite, niedrige, in der Mitte sich zu einem stumpfen Winkel herabsenkende Vorwölbung, jederseits in der Nähe der Seitenränder durch eine kleine Kerbe des Kaurandes begrenzt; zu den Kerben ziehen, unter der queren Erhebung des Basalgebietes beginnend, senkrechte seichte Furchen hin. Die Zungenfläche ist bedeutend schmäler als die Wangenfläche, in senkrechter und horizontaler Richtung gleichmäßig gewölbt, am Schmelzrand gewulstet, am Kaurand mit einer mittleren Spitze versehen, zu der sich die beiden Hälften des Randes schief heruntersenken.







Fig. 105.
Oberer erster Milchmolar, von der bukkalen, lingualen, mesialen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

Die Berührungsflächen sind flach, besonders die mesiale.

Die Querschnittform der Krone stellt ein unregelmäßiges, in mesiodistaler Richtung etwas zusammengedrücktes Trapez dar; die schiefe Querschnittform entsteht dadurch, daß die proximale Fläche viel schräger mit der bukkalen und lingualen zusammentrifft als die distale, nämlich mit der ersteren spitzwinklig, mit der letzteren stumpfwinklig; die Krone zieht sich dadurch bukko-mesial in einen spitzen Winkel aus. Damit ist auch die Form der Kaufläche gekennzeichnet, mit der Einschränkung allerdings, daß sie in bukko-lingualer Richtung beträchtlich schmäler ist als der größte Querschnitt der Krone.

Die Kaufläche ist durch die ziemlich tiefe, der Zungenseite näher gelegene Kaufurche in einen nach beiden Richtungen umfangreicheren und auch in der Kauebene stärker hervortretenden bukkalen und einen unansehnlicheren lingualen Abschnitt geteilt. Die Furche reicht nicht ganz bis an die seitlichen Ränder, es bleiben ganz schmale Randleisten übrig. Der linguale Abschnitt stellt sich stets als einheitlicher Höcker dar, mit medianer niedriger Spitze und einer von dieser zur Kaufurche ziehenden Kante. Der bukkale Abschnitt tritt von Zahn zu Zahn in drei verschiedenen Formen in die Erscheinung: 1. Als einheitlicher Vorsprung mit einer von einem Seitenwinkel zum anderen ziehenden zugeschärften Kante, die sich in der Mitte zu einer sehr unscheinbaren Höckerspitze erhebt; von dieser zieht am Abhang des Höckers eine Kante zur Kaugrube. 2. Ein kleiner, distal gelegener Einschnitt des Kaurandes und eine von diesem zur Kaufurche ziehende Rinne grenzt einen ganz kleinen distalen Nebenhöcker vom bukkalen Haupthöcker ab. 3. Auch an der mesialen Seite des breiten Haupthöckers findet sich eine ähnliche Inzisur samt Trennungsfurche derart, daß sich die Zahl der Bukkalhöcker auf drei vermehrt, indem sich neben dem Haupthöcker zwei kleine Nebenhöcker finden, die lingualwärts in die Randleisten übergehen. Der obigen Beschreibung der Bukkalfläche wurde diese Form zugrunde gelegt. Die distale Trennungsfurche greift bisweilen ein wenig über die Kaufurche hinaus, wodurch auch vom Lingualhöcker ein kleines akzessorisches Wülstchen in der Nähe der Kaufurche abgetrennt wird.

Es sind, wie bei den Dauermolaren, drei Wurzeln vorhanden, zwei bukkale und eine linguale. Sie sind zumeist gestreckt, steif und weichen ziemlich stark auseinander; besonders stark lenkt die Zungenwurzel palatinalwärts ab. Diese ist die plumpste von den dreien, sie ist kegelförmig, nur an der den beiden anderen Wurzeln zugekehrten Seite mit einer kaum wahrnehmbaren Furche versehen. Von den beiden Wangenwurzeln ist die mesiale die stärkere, sie ist breit, mesio-distal leicht abgeflacht, oft auch an der freien Fläche mit einer schwachen Furche ausgestattet. Die distale Wurzel ist die schwächste, sie ist nicht selten geradezu rudimentär entwickelt, kürzer als die beiden anderen.

Unterer erster Milchmolar.

Gleich seinem maxillaren Gegenzahn verkörpert auch dieses Zahnindividuum einen besonderen Zahntypus, der im Dauergebiß seinesgleichen nicht hat. Der Zahn ist nach dem Muster des oberen ersten Milchmolars gebaut, unterscheidet sich aber von ihm sehr auffallend durch die bukkolingual flachgedrückte Form seiner Krone und seine zwei bukkalen und lingualen Höcker. Der Zahn ist beträchtlich kleiner als der zweite Milchmolar.

Die Bukkalfläche stellt ein niedriges Trapezoid dar, da ihr Höhendurchmesser mesialwärts durch den schrägen Abfall des Schmelzrandes zunimmt. Auch hier zeichnet sich die basale Partie der Krone durch stark gewulstete Beschaffenheit aus, am stärksten ist die wulstige Erhebung mesial, wo es ebenfalls zur Bildung eines Tuberculum molare kommt, das sich aber von der Unterlage nicht so selbständig abhebt wie oben. Über dem Basalwulst flacht sich die Bukkalfläche ab und weicht bedeutend stärker als am oberen Zahn zungenwärts zurück. Da die Zungenfläche senkrecht steht, konvergieren die beiden Flächen gegen den Kaurand. Die Querschnittform der Krone ist ein sehr unsymmetrisch gestaltetes Trapezoid. Der Kaurand stellt beinahe eine querlaufende gerade Kante dar, die nur ganz leicht durch eine kleine Kerbe, etwas distal von der Mitte, unterbrochen wird. Von der Kerbe erstreckt sich eine kaum wahrnehmbare flache senkrechte Furche bis zum gewölbten Teil der Krone. Die Kerbe trennt ganz niedrige Vorwölbungen des Kaurandes voneinander, wovon die mediale breiter und auch um ein geringes höher ist. In einem Teil der Fälle ist ganz distal noch eine zweite Kerbe vorhanden, wodurch ein minimales drittes Höckerchen abgegrenzt wird. Auch ist als sehr häufige Erscheinung eine mesial gelegene zweite senkrechte flache Vertiefung der Bukkalfläche zu erwähnen.

Die Zungenfläche ist schmäler und auch niedriger als die Wangenfläche. Sie ist der Quere wie der Höhe nach gewölbt. Der Rand weist einen tiefen Einschnitt auf, der zwei zugespitzte Hervorragungen, eine breitere mesiale und eine schmälere distale, voneinander trennt. Die Höckerspitzen ragen nicht so hoch hinauf wie die des zweiten Milchmolars. Eine senkrechte Furche fehlt hier oder beschränkt sich gerade nur auf das Randgebiet.

Die Berührungsflächen sind niedrig, mit einem leichten Einschnitt am freien Rand, beide gewölbt, besonders in bukko-lingualer Richtung, die distale stärker als die mesiale. Bei der Seitenbetrachtung setzen sich die beiden Abschnitte des Kronenprofils, der gewölbte basale und der schief zurückfliehende geradlinige obere, deutlich gegeneinander ab. Der Schmelzrand verläuft distal geradlinig horizontal, mesial leicht zungenwärts ansteigend und wurzelwärts konkav.

Die Kaufläche ist beträchtlich schmäler als der Querschnitt der Krone im Zervikalgebiet. Sie ist von mesio-distal länglicher, in bukko-lingualer Richtung flachgedrückter Form. Der bukkale Rand des langgezogenen Vierecks stellt beinahe eine gerade Linie dar, nur mit einer ganz geringen Wölbung über dem Tuberculum molare und einer leichten Einziehung distalwärts davon. Der Zungenrand ist dagegen leicht konvex. Höcker sind vier vorhanden, zwei bukkale und zwei linguale, doch kann man die ersteren nicht als richtige Höcker anerkennen, sie stellen sich mehr nur als unscheinbare Erhebungen des eine querlaufende Kante bildenden bukkalen

Kaurandes dar. Die mesiale Erhebung ist breiter als die distale; in einem Teil der Fälle gesellt sich distal noch eine ganz kleine dritte Erhebung hinzu. Die Zungenhöcker sind dagegen vollentwickelte, in eine Spitze auslaufende Kegel. Der mesiale Kegel ist breiter, höher, kräftiger als der distale. Die Kaufurche erscheint als M-förmige Linie, indem beide Zungenhöcker sie bukkalwärts vorbuchten. Ihre tiefste Stelle hat sie an der Grenze der beiden Höcker, dies ist die Fovea centralis; eine zweite grubige Vertiefung (Fovea mesialis) befindet sich am mesialen Ende der Kaufurche, von der mesial-approximalen Seite der Krone durch einen deutlichen Randwulst getrennt, während der distale Randwulst nicht so deutlich ausgeprägt ist. Die Kaufurche ist zuweilen unterbrochen durch eine Leiste, die die beiden mesialen Höcker, den bukkalen und lingualen, miteinander verbindet und die beiden Foveae voneinander trennt.






Fig. 1C6.
Rechter unterer zweiter Milchmolar von der bukkalen, mesialen, lingualen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

Die Wurzeln — es sind deren zwei, eine mesiale und eine distale — divergieren, aber in individuell verschiedenem Maße; zumeist sind beide gestreckt oder nur an der Spitze ganz leicht gegeneinander gebogen. Bei der Betrachtung von der Wangen- oder Zungenseite erscheinen sie gleich stark, dagegen erscheint bei der Seitenansicht die mesiale Wurzel breiter, auch unterscheiden sie sich dadurch, daß die mesiale auch auf ihrer frei stehenden Fläche mit einer breiten Längsfurche versehen ist, während die distale Wurzel an ihrer freien Fläche flach oder gewölbt erscheint und nur auf der der anderen Wurzel zugekehrten Seite ebenso wie diese leicht eingefurcht ist. Es spricht sich in dieser Eigenschaft der mesialen Wurzel die Tendenz aus, sich in zwei Filialwurzeln zu teilen, worauf auch die sehr häufige apikale Einkerbung dieser Wurzel hinweist. Die mesiale Wurzel endigt häufig wie quer abgeschnitten, während die distale eher spitz ausläuft, zumeist sind allerdings beide zugespitzt.

Maße der ersten Milchmolaren:

	oberer M_1	unterer M_1
Kronenhöhe vestibular, maximal .	5·5	6
Kronenhöhe vestibular, minimal .	4	4

	oberer M_1	unterer M_1
Kronenhöhe lingual, maximal . .	5	5
Kronenhöhe mesial, am Einschnitt	4	4
Kronenhöhe distal, am Einschnitt	3·5	3·5
Kronenbreite	7	7·5
Kronentiefe	7·5	6·5
Halsbreite	5·5	6
Kaufläche mesio-distal	7	7·5
Kaufläche bukko-lingual	4·5	4
Wurzellänge	10	10
Gesamtlänge des Zahnes	15·5	16

Oberer zweiter Milchmolar.

Wie schon eingangs erwähnt, gleicht dieser Zahn fast vollkommen dem ersten oberen Dauermolar, besonders in der Gestaltung der Kaufläche,

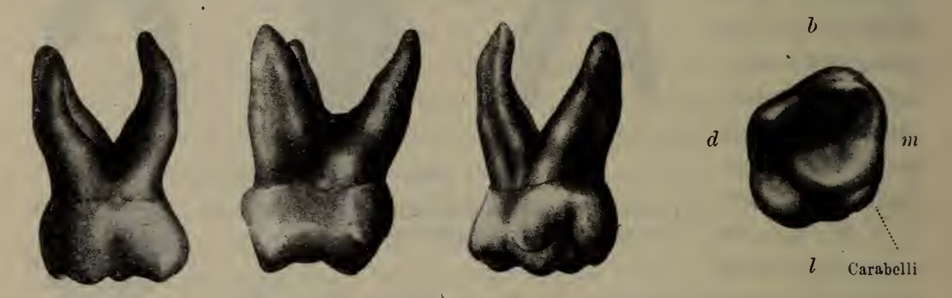


Fig. 107.
Rechter oberer zweiter Milchmolar von der bukkalen, mesialen, lingualen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

an der ebenfalls vier Höcker zu unterscheiden sind, zwei fast gleich starke bukkale (nur um ein geringes ist der mesiale Höcker breiter als der distale) und zwei linguale, von denen aber der mesiale, der Archiconus, weitaus kräftiger und umfangreicher ist als der durch den Sulcus obliquus von ihm getrennte distale Hypoconus. Bucco-distoconus und Archiconus hängen oft durch eine die Kaufurche überbrückende Leiste miteinander zusammen. Als häufige Varietät begegnet man hier einer Erscheinung (Fig. 108), die beim ersten Dauermolar jedenfalls als große Seltenheit aufzufassen ist: der Trennung des Archiconus in zwei ungefähr gleich starke Höcker; in solchen Fällen erscheint der Hypoconus so sehr zu seiten gedrängt, daß er an der distalen Berührungsfläche einen besonderen Vorsprung bildet und von seinem Nachbarhöcker nicht durch einen Sulcus obliquus, sondern durch einen Sulcus rectus geschieden ist. Es kommt aber, wenn auch selten, auch das andere Extrem vor: die Verschmelzung und Vereinfachung der ganzen lingualen Abteilung der Kaufläche zu einem einheitlichen breiten Höcker, wodurch der Zahn

einem dreihöckrigen zweiten oder dritten Dauermolar ähnlich wird. An der verhältnismäßig niedrigen, breiten Wangenfläche fällt die starke Wulstung der Krone in ihrer zervikalen Abteilung auf, mit stärkerem Hervortreten des Wulstes im mesialen Abschnitt. Die bukkale Vertikalfurche erscheint sehr seicht.

Die Zungenfläche ist schmäler als die Wangenfläche, sie wird durch eine ziemlich tiefe, mehr dem distalen Rand genäherte senkrechte — nicht schiefe — Furche in zwei ungleich große Teile geteilt, entsprechend dem Archiconus und Hypoconus. Ist ersterer geteilt, so sind zwei Randkerben und zwei senkrechte Furchen vorhanden. Eine für die Beurteilung dieses Zahnes wichtige Eigenschaft ist der Besitz eines Carabelli-Höckers oder einer Carabelli-Furche, genau an derselben Stelle und in derselben Erscheinungsform, wie wir diese Bildungen am ersten oberen bleibenden Mahlzahn kennengelernt haben. Der Höcker kommt hier sogar häufiger vor als am letzteren. Zuckerkandl gibt als dessen Frequenzzahl 90% an. Meine Erfahrungen, die sich allerdings nur auf 53 Kinderschädel erstrecken, ergeben eine etwas geringere Zahl: 80%; davon lag in 34% ein wohlentwickelter Höcker, in 29% nur eine Carabelli-Furche und in 17% nur eine kleine, fast punktförmige Vertiefung vor an der Stelle, wo der mesiale Schenkel der Halbmondfurche zu liegen pflegt. Die von Vram angegebene Häufigkeitszahl beträgt noch weniger: 74%. Der Höcker kommt auch am zweiten Milchmolar des Schimpansen, wenn auch nicht so häufig wie beim Menschen, vor, viel seltener ist er beim Gorillajungen, beim Orang fehlt er. Bolk glaubt, in einer Anzahl von Fällen auch am ersten Milchmolar Andeutungen eines Carabelli-Höckers beobachtet zu haben. Die Approximalflächen der Krone sind gewölbt, die distale stärker als die mesiale.



Fig. 108.
Varietät des Kaureliefs des rechten oberen zweiten Milchmolars. Der Archiconus (Linguo-mesioconus) erscheint in zwei ungefähr gleich starke Höcker geteilt, der Hypoconus an die Seite gedrängt. Vergr. 2/1.

Von den Wurzeln steht die zungenwärts gelegene besonders stark ab, sie ist plump, die stärkste von den dreien, von konischer oder nur ganz leicht bukko-lingual zusammengedrückter Form. Die mesiale Wurzel kommt oft an Stärke der lingualen gleich, sie ist mesio-distal abgeplattet und läßt an ihrer den anderen Wurzeln zugekehrten Seite stets, an ihrer frei stehenden Fläche häufig eine Furche erkennen. Am schmälsten ist die distale Wurzel; sie ist schlank, stark zugespitzt, gewöhnlich etwas kürzer als die beiden anderen, manchmal geradezu verkümmert. In etwa 35% der Fälle greift eine mehr oder weniger vollkommene Verschmelzung der distalen Wurzel mit der lingualen Platz, eine Erscheinung, der wir übrigens auch am ersten Milchmolar häufig begegnen.

Unterer zweiter Milchmolar.

Der Zahn ist eine etwas ungenaue Kopie des zweiten bleibenden unteren Molars, logischer wäre es freilich — da der Milchzahn, der Vorgänger der anderen ist —, diese Ausdrucksweise auf den permanenten zweiten Molar in bezug auf seinen Vorgänger anzuwenden. Was den fraglichen Zahn vom zweiten Dauermolar unterscheidet, ist außer den allgemeinen Kennzeichen der Milchzähne die bukko-lingual abgeflachtere Form der Kaufläche und der unregelmäßigere Verlauf ihrer okklusalen Furchen.

Die niedrige Bukkalfläche verbreitert sich stark mit gewölbten Seitenrändern vom Hals gegen den Kaurand zu. Ihr Zervikalgebiet tritt wulstig hervor, mesial mit etwas stärker ausgeprägter Wölbung, ohne daß es aber zur Bildung eines Tuberculum molare käme. Der übrige Teil der Wangenfläche weicht schräg oralwärts zurück. Am Kaurand schneiden zwei nicht tiefe, aber scharfe Kerben ein und trennen dabei drei spitzige Vorsprünge voneinander, wovon der distale viel schmäler ist als die beiden anderen. Ziemlich tief einschneidende Furchen ziehen von den Einkerbungen vertikal bis etwa zur Mitte der Wangenfläche; die mesiale Furche ist tiefer und endigt in seltenen Fällen mit einer nadelstichähnlichen Vertiefung, die man schon als Foramen coecum bezeichnen kann.

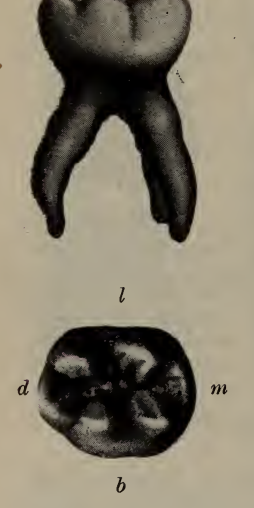





Fig. 109.
Rechter unterer zweiter Milchmolar von der bukkalen, mesialen, lingualen und okklusalen Seite. Vergr. 2.

Die Zungenfläche ist breit, niedrig, gewölbt. Am Kaurand scheidet eine ungefähr rechtwinklig einschneidende scharfe mittlere Inzisur zwei steil emporragende, zugespitzte Zacken voneinander. Eine Vertikalfurche fehlt. Von den Kontaktflächen ist die distale gewölbter als die mesiale; der Einschnitt ihres Kaurandes befindet sich nicht in der Mitte wie bei der mesialen, sondern etwas zungenwärts verschoben.

Die Kaufläche ist viereckig mit abgerundeten Winkeln, der mesiodistale Durchmesser übertrifft zwar den bukko-lingualen, doch ist der Zahn bei weitem nicht so abgeplattet wie der erste Milchmolar. Die Kaufläche zeigt fünf Höcker, zwei bukkale, zwei linguale und den halb der bukkalen, halb der distalen Fläche angehörenden Distoconus. Die lingualen sind in

der Tiefendimension schwächer als die bukkalen, ragen aber höher empor. Die Regelmäßigkeit der Trennungsfurchen der Höcker wird in der Mehrzahl der Fälle dadurch wesentlich beeinträchtigt, daß sich in der Mitte der Kaufläche eine Grube befindet, deren Boden mit ganz kleinen Wülstchen besetzt ist; es ist, als ob sich hier die sich kreuzenden Furchen zerfasern würden. Doch kommen auch Fälle mit glatter Kreuzung der Furchen vor. Die Ausläufer dieses zentralen Furchenkonvoluts schneiden oft auch eine Strecke in die Lingualhöcker ein. Alle Höcker lassen an ihrem der Zentralgrube zugewandten Abhange je eine schwache, sich zu dieser herabsenkende Leiste erkennen.

Die Wurzeln verhalten sich wie beim ersten Milchmolar. Sie sind zumeist gestreckt oder nur ganz leicht mit den Spitzen einander zugeneigt; sie divergieren stark. In einer Minorität der Fälle zeigt die eine Wurzel mehr die Tendenz einer Krümmung als die andere, aber auffallenderweise ist diese gekrümmtere Wurzel nicht die mesiale wie beim bleibenden unteren Molar, sondern die distale. An der Approximalfläche zeigt die mesiale Wurzel eine Längsfurche, während die distale an ihrer frei stehenden Fläche eben oder leicht gewölbt ist, an ihren einander zugewendeten Flächen sind beide eingefurcht. In mehr als der Hälfte der Fälle (58%) findet man die mesiale Wurzel an ihrem Ende gespalten, während die distale stets zugespitzt ausläuft.

Maße der zweiten Milchmolaren:

	oberer M_2	unterer M_2
Kronenhöhe vestibular, maximal	5·5	5·5
Kronenhöhe vestibular, minimal	5	5
Kronenhöhe lingual, maximal	6	6
Kronenhöhe lingual, minimal	5	4
Kronenhöhe mesial	5	5·5
Kronenhöhe distal	4	4
Kronenbreite	9·5	10
Kronentiefe	10	9
Halsbreite	6·5	7
Kaufläche mesio-distal	7·5	9
Kaufläche bukko-lingual	6	6
Wurzellänge	11	11·5
Gesamtlänge des Zahnes	16·5	17

IX. Das Gebiß als Ganzes.

Die 32 Zähne des menschlichen Gebisses bilden zu je 16 die obere und untere Zahnreihe. Die Art ihrer Einpflanzung in die Kieferteile, ihr

topographisches Verhalten zu letzteren und zueinander unterliegt einer bestimmten Gesetzmäßigkeit. Dasselbe gilt auch für die 20 Zähne des Milchgebisses. Die Anordnung und Stellung der Zähne ist von größter Wichtigkeit für ihre Funktion, sie ist nicht gleichgültig für ihre Erhaltung und ist schließlich von spezifisch menschlichem Standpunkt aus auch in ästhetischer Beziehung von Bedeutung.

1. Die Beziehungen der Zähne derselben Zahnreihe zueinander werden dadurch charakterisiert, daß sich im regelrecht gebauten Gebiß die Nachbarzähne mit ihren Seitenrändern beziehungsweise Seitenflächen unmittelbar berühren, jeder Zahn mit seinen beiderseitigen Nachbarn, mit Ausnahme natürlich des letzten Molars, der distal eine frei stehende Fläche hat. Bei den Schneidezähnen erfolgt die Berührung längs einer kurzen Linie, die etwa dem kaurandwärts gelegenen Drittel des Seitenrandes entspricht; bei dem Eckzahn und den Prämolaren ist die Stelle des Kontakts beschränkter, die Zähne berühren sich nur an ihren hervorstehenden Seitenwinkeln, bei den Molaren ist der Kontakt wieder ausgedehnter, flächenhafter, er umfaßt die gewölbten Teile der Seitenflächen. Die Kontaktpunkte der Zähne liegen in einer bestimmten Höhe, und die Form der Krone richtet sich darnach. Verbindet man die Scheitelpunkte der Berührungsstellen miteinander, so erhält man eine ungebrochene gerade Linie, die ungefähr parallel mit dem Alveolarrand verläuft, nur bei den Schneidezähnen entfernt sie sich etwas von diesem. Zwischen den zervikalen Teilen der Kronen bleiben kleine dreieckige Lücken (Spatia interdentalia) frei, deren Basis von der Interdentalpapille beziehungsweise — am knöchernen Schädel — vom freien Rand des Interalveolarseptums gebildet wird. Am weitesten und in bukko-lingualer Richtung am längsten sind diese Lücken zwischen den Mahlzähnen.

Sehr häufig haben wir es aber mit einem sogenannten Lückengebiß zu tun, das heißt mit dem Verhalten, daß sich die Frontzähne, seltener auch die Hinterzähne, nicht unmittelbar aneinander anschließen, sondern in kleineren oder größeren Abständen voneinander stehen. Für die Erhaltung der Zähne gilt dieses Verhalten eher als vorteilhaft, dagegen entspricht es nicht unserem Schönheitsbegriff. Unter abnormen Umständen kommt ein sekundäres Auseinanderrücken der Zähne vor, so zum Beispiel bei Akromegalie, auch bei Pyorrhöe. »Trema« heißt die angeborne, unten offene Lücke zwischen den oberen großen Schneidezähnen, ein »Semitrema« ist vorhanden, wenn infolge abnormen Schiefstandes dieser beiden Zähne ein ungewöhnlich breiter dreieckiger, unten geschlossener Zwischenraum zwischen ihnen klafft (Fig. 110). »Diastema« heißt in der Sprache der vergleichenden Anatomie die Lücke neben dem Eckzahn, oben medial, unten lateral von ihm, zur Aufnahme des Gegenzahnes; sie fehlt von den Primaten nur dem

Menschen. Doch wird diese Bezeichnung von zahnärztlicher Seite vielfach auch für jede angeborne Lücke zwischen den Zähnen, wo immer sie auch sei, angewendet.

Der unmittelbare Zusammenschluß der Zähne gilt auch für das Milchgebiß, aber nur bis zum fünften bis sechsten Jahre. Um diese Periode wird die zusammenschließende Reihe der Frontzähne durch das Wachstum der Kieferteile, im Zusammenhang mit der Breitenzunahme der Kronen der bleibenden Zähne, gesprengt, es treten kleine Zwischenräume zwischen den Zähnen bis zum ersten Molar auf, besonders im Oberkiefer, im Unterkiefer findet man oft auch noch beim fünf- bis sechsjährigen Kinde die Vorderzähne dicht aneinander schließend. Man kann aus dem geschilderten Verhalten einen Schluß auf das ungleichmäßige Wachstum der Kieferteile ziehen.

Die bleibenden Zähne sind im allgemeinen in keiner Richtung streng senkrecht in die Kiefer eingefügt, sondern stehen in einem bestimmten Winkel zu diesem. Man kann einen frontalen und einen sagittalen Stellungswinkel der Zähne unterscheiden.

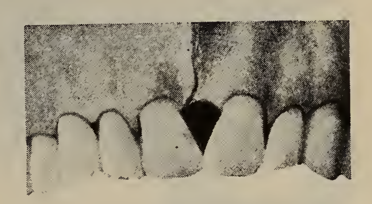


Fig. 110.
Semitrema: unten geschlossene dreieckige Lücke zwischen den schief konvergierenden oberen medialen Schneidezähnen.

2. Stellung der Zähne in der Frontalebene. Damit meinen wir dasjenige Stellungsverhältnis der Zähne zum Alveolarrand, das sich dem Blicke darbietet, wenn man die Zähne von der vestibularen Seite her, also die Frontzähne gerade von vorn, die hinteren Zähne mehr von der Seite, betrachtet (Fig. 111—114). Infolge der bogenförmigen Krümmung der Zahnreihen steht diese Ebene nur für die vorderen Zähne eigentlich frontal. Die Wurzeln der beiden oberen medialen Schneidezähne senken sich leicht divergierend in ihre Alveolen, die der lateralen Incisivi stehen ebenso, oft aber auch ganz senkrecht; die weiter hinten folgenden Zähne richten sich alle mit der Längsachse schief nach hinten. Im Unterkiefer weisen die Schneidezähne und der Eckzahn von vorn gesehen eine genau senkrechte Stellung auf, von den Prämolaren angefangen steht die Längsachse der Krone und der Wurzel in demselben Sinne wie oben schräg, nämlich mit der Wurzel etwas nach hinten geneigt. Dadurch wird in beiden Kiefern auch die Gestalt der Krone beeinflußt, sie erscheint etwas unsymmetrisch, mesial eine Spur höher als distal, der Winkel, den bei den Molaren die Kaufläche mit den Berührungsflächen bildet, wird mesial zu einem spitzen, distal zu einem stumpfen.

Am ausgesprochensten ist dieses Verhalten am ersten Mahlzahn, bei dem zweiten und dritten wird der Schiefstand zumeist etwas kompensiert durch die weiter unten zu erwähnende Speekurve des Alveolarrandes, wo-

durch die Zähne trotz ihrer schiefen Stellung sich doch annähernd senkrecht zu diesem Rand verhalten.

3. Stellung der Zähne in der Sagittalebene. Unter letzterer Ebene ist auch hier nicht streng die von vorn nach hinten gehende gleichbenannte Ebene der Anatomie zu verstehen, sondern eine Reihe von senkrechten Ebenen, von denen eine jede, entsprechend den einzelnen Zähnen,

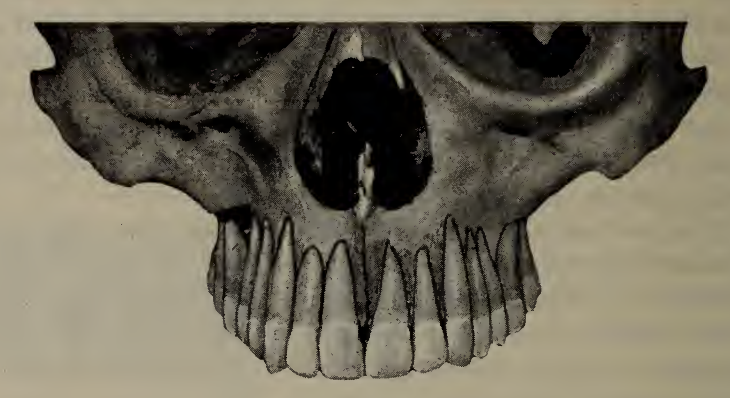


Fig. 111.



Fig. 112.

Oberkiefer mit freigelegten Zahnwurzeln, von vorn und von der Seite. In Fig. 112 die fächerförmige Anordnung der Zahnwurzeln bei der Seitenbetrachtung und der Knickungswinkel (»Profilwinkel«) des I_1 zwischen Krone und Wurzel schön zu sehen; M_3 steckt noch in der Alveole.

etwas anders steht. Nur für den medialen Schneidezahn ist diese Ebene im strengen Sinne sagittal, schon bei dem nächsten Zahn lenkt sie mit dem inneren Ende etwas nach der Mittellinie ab, welches Ablenken sich von Zahn zu Zahn steigert, so daß beim letzten Molar ihre Richtung schon beinahe zu einer frontalen wird. Mit anderen Worten: die Ebenen, um die es sich hier handelt, stehen radiär, jeweils senkrecht auf die Oberfläche der betreffenden Kieferregion. Auf diese Ebene bezogen zeigen nun die einzelnen Zähne des Gebisses ein verschiedenes Verhalten.

Im Oberkiefer sehen wir, daß sich die Wurzeln der Schneidezähne in schief gaumenwärts geneigter Richtung in den Alveolarteil senken, unter verschiedenem Winkel je nach der Gestaltung der Alveolarpartie des Schädels, schiefer bei prognather, weniger schief bei mesognather und orthognather Kieferbildung. Sie lehnen sich dabei mit ihrer Rückfläche an den massigen retroalveolaren Teil des Gaumens an, der ausgefüllt wird durch das auf dem sagittalen Längsschnitt dreieckig erscheinende retroalveolare Spongiosalager; dieses bildet die feste Stütze für die Wurzeln der Frontzähne. Die Krone der genannten Zähne, insbesondere aber deren vestibulare Fläche, steht zwar im allgemeinen ebenfalls etwas schräg nach vorn, setzt aber diesen schiefen Verlauf doch nicht völlig fort, sie nähert sich mehr als die Wurzel der senkrechten Stellung, in vielen Fällen steht sie sogar ganz senkrecht. Es kommt infolgedessen zu einer allerdings mäßigen Knickung zwischen den beiden Abteilungen des Zahnes; die Knickungsstelle befindet sich aber nicht gerade an der Grenze von Wurzel und Krone, sondern gehört schon dem zervikalen Gebiet der vestibularen Kronenfläche an, die hier demgemäß leicht vorgewölbt ist (Fig. 112). Es ist dies der Winkel, den wir auf S. 123 als Profilwinkel des Zahnes bezeichnet haben; er zeigt sich natürlich um so ausgesprochener, je schiefer die Wurzel in der Richtung des Gaumens ablenkt und je senkrechter die Krone steht. Bei den Prämolaren nähert sich die Stellung der Wurzel viel mehr der vertikalen, gleichwohl ist ein Profilwinkel am Zahn immer noch zu erkennen, weil hier die Zahnkrone zumeist eine auf die Kieferrandfläche streng senkrechte Stellung erkennen läßt. Bei den Molaren endlich liegen die beiden Wangenwurzeln mit der bukkalen Fläche der Krone in einer Flucht, ein Profilwinkel kommt nicht mehr zur Ausbildung, die Längsachse des Zahnes stellt sich als gerade Linie dar,



Fig. 113.



Fig. 114.

Unterkiefer mit freigelegten Zahnwurzeln. Stellung der Zähne in der Alveole.

die Krone steht genau so wie die Bukkalwurzeln, fast senkrecht, nur ganz leicht mit der Kaufläche nach außen geneigt; letztere Neigung pflegt am dritten Molar am ausgesprochensten zu sein. An der Fig. 112, die die Oberzähne mit freigelegten Wurzeln in der Seitenansicht veranschaulicht, erkennt man, daß die Zähne mäßig fächerförmig angeordnet sind, ihre schmäleren Wurzelteile drängen sich näher zusammen als die okklusalen Endpunkte ihrer Längsachsen, ihre Wurzelspitzen bilden einen engeren Bogen als ihre Kronen. An dem in der Figur dargestellten Präparat betrug die gerade Entfernung zwischen den Wurzelspitzen des I_1 und des M_2 (bukko-distale Wurzel) 34 *mm*, die gerade Entfernung zwischen den mesialen Kronenrändern derselben Zähne 52 *mm*. Allerdings kann eine derartige seitliche Betrachtung kein ganz getreues Bild von diesem Zahnfächer geben, da man infolge der bogenförmigen Anordnung der Zahnreihe die vorderen Zähne im Profil, die hinteren dagegen von der Wangenfläche her, also en face, vor sich sieht.

Im Unterkiefer ist das Verhalten der Zähne ein anderes (Fig. 113 u. 114). Die Kronen der Schneidezähne stehen genau senkrecht oder nur eine Spur nach vorn geneigt, die Wurzeln verfolgen eine mit ihrer Spitze leicht oralwärts geneigte Richtung, entsprechend dem schräg nach hinten ablenkenden oberen Teil der Incisura subincisiva. Vom Eckzahn an ändert sich das Bild; die Wurzel steht nun annähernd senkrecht, dagegen neigt sich die Krone besonders mit ihrer Bukkalfläche einwärts gegen die Mundhöhle. Viel stärker ist diese schräge Einwärtsneigung des Zahnes bei den Prämolaren und Molaren, am stärksten beim Weisheitszahn; die Hinterzähne der rechten und linken Seite neigen sich mit ihren Kronen schräg einander zu, die Verlängerungen ihrer Achsen würden sich etwa in der Stirngegend kreuzen. An dieser Schiefstellung partizipieren auch ihre Kauflächen, die ebenfalls ganz leicht einander zugekehrt sind. (Fig. 123.)

4. Alveolar- und Zahnbogen. Die Linie, die wir erhalten, wenn wir die Mittelpunkte der Alveolenöffnungen miteinander verbinden, ist der Alveolarbogen. Von diesem zu unterscheiden ist der Zahnbogen, der aber bei der Verschiedenheit der Zähne — die vorderen haben nur Kauränder, die hinteren Kauflächen — nicht so einfach zu präzisieren ist. Die Linie der Kauränder der Frontzähne setzt sich unmittelbar in die bukkalen Kaukanten der Prämolaren und Molaren fort. Das ist der äußere Zahnbogen; der innere verbindet die Tubercula dentis an der Zungenfläche der Schneide- und Eckzähne mit den inneren Kaukanten der Hinterzähne. Dazwischen kann man dann noch einen mittleren Zahnbogen unterscheiden, der durch die Foveae dentales der Zungenfläche der Frontzähne und in deren Fortsetzung durch die Kaufurchen der Postkaninen gelegt wird; dieser ist dann der eigentliche Zahnbogen. Im Oberkiefer tritt der Zahnbogen im Bereich

der Vorderzähne schlingenförmig über den Alveolarbogen nach vorn hervor, auch entsprechend den Hinterzähnen ist er dem Alveolarbogen, wenn auch minimal, vorgelagert, so daß also letzterer vom Zahnbogen im ganzen von außen umfaßt wird. Im Unterkiefer decken sich im Frontzähnegebiet die beiden Kurven, von den Prämolaren angefangen aber lenkt die Zahnkurve leicht zungenwärts von der Alveolarkurve ab, hier wird also eher die Zahnkurve von der Alveolarkurve umfaßt.

Die Krümmung des oberen und unteren Zahnbogens ist nicht von gleicher Form. Beide sind als parabolisch zu bezeichnen, doch nähert sich im Oberkiefer der Zahnbogen schon etwas der elliptischen Form — sie wird gewöhnlich auch als elliptisch bezeichnet —, während er im Unterkiefer ausgesprochen parabolisch ist, ohne natürlich der geometrischen Definition dieser Linie ganz gerecht zu werden. Die obere Zahnreihe (Fig. 115) beschreibt, von der Kauebene her betrachtet, eine außerordentlich graziöse Bogenlinie von zarter Linienführung. Man kann an dieser Linie zwei Abschnitte unterscheiden: einen jederseits vom Weisheitszahn bis zum Eckzahn reichenden und einen die beiderseitigen Eckzähne miteinander verbindenden. Der erste Teil bildet ein Segment eines Kreises mit sehr großem Radius; dabei konvergieren die Bogenabschnitte der beiden Seiten nach vorn. Die Stelle der stärksten seitlichen Ausladung des Bogens liegt am zweiten Molar, am dritten Molar wird die Entfernung zwischen den beiderseitigen Zähnen gewöhnlich schon wieder etwas geringer. Diesen beiden seitlichen flach bogenförmigen Abschnitten ist nun vorn vom Caninus ab eine stärker gekrümmte kürzere mittlere Kurve aufgesetzt.



Fig. 115.
Oberer Zahnbogen. Dritter Molar noch nicht durchgebrochen.

Auch am Zahnbogen des Unterkiefers (Fig. 116) lassen sich die beiden Abschnitte unterscheiden, doch sehen wir hier wesentliche Differenzen gegen oben. Die Zähne der beiden seitlichen Abschnitte ordnen sich fast geradlinig hintereinander, die bogenförmige Anordnung ist kaum angedeutet,

dabei konvergieren die beiden Linien viel stärker nach vorn, da die von ihnen eingefaßten sechs Frontzähne ein schmäleres Gebiet in Anspruch nehmen. Die von den letzteren gebildete vordere Verbindungsstrecke unterscheidet sich von der entsprechenden oberen außer ihrer Kürze auch durch ihren flacheren, weniger gekrümmten Verlauf. Aus diesen beiden Differenzpunkten resultiert ein etwas anderer Verlaufstypus der Zahnkurve im Unterkiefer, die Kurve weist steifere, gestrecktere Seitenschenkel auf, diese nähern sich gegenseitig nach vorn zu viel stärker und werden vorn durch eine schmälere und fast querlaufende Strecke verbunden.

Die Form des Zahnbogens variiert übrigens individuell in nicht geringem Maße, auch abgesehen von den schon als abnorm oder pathologisch zu bezeichnenden Formen. Die Gestaltung des Zahnbogens ist gleichbedeutend mit der Umrißform des harten Gaumens; sie steht bis zu einem gewissen Grad in Korrelation mit der Schädelform, besonders mit der Längen- und Breitenentwicklung des Gesichtsschädels. Die Anthropologen unterscheiden seit Broca und Topinard drei Hauptformen des Zahnbogens, die natürlich durch Zwischenformen miteinander verbunden sind: die paraboloide, die elliptische und die U-Form. Am häufigsten und für den Menschen bezeichnend ist die paraboloide. Die U-Form mit parallel verlaufenden Postkaninenreihen und einer Knickung an der Stelle des Eckzahnes bedeutet eine Annäherung an den Zahnbogentypus der Anthropomorphen.

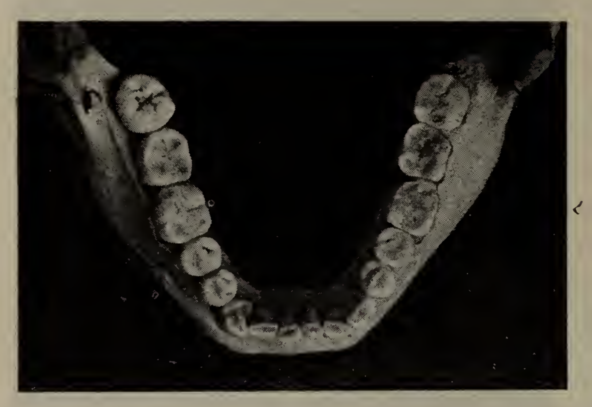


Fig. 116.
Unterer Zahnbogen.

Die abnormen Formen oder Formfehler des Zahnbogens kennzeichnen sich zumeist durch seitliche Einengung des Oberkiefers mit hohem Gaumen. Die häufigsten und wichtigsten Abarten sind nach Mayrhofer der Deltakiefer (auch V-förmiger Kiefer genannt), der Schnabelkiefer, der Spitzbogenkiefer und der Sattelkiefer; bei letzterem, der auch kontrahierter Kiefer genannt wird, befindet sich jederseits eine Einziehung in der Gegend der Prämolaren, wodurch der Zahnbogen eine Sattelform annimmt.

5. Verlauf der Kaulinie. Nur in einem Bruchteil der Fälle erscheint die Kaulinie bei der Betrachtung von der Seite her von geradlinigem Verlauf, in der Mehrzahl der Fälle beschreibt sie im Molar- und Prämolargebiet

einen leicht nach unten konvexen Bogen. Obgleich dieser bogenförmige Verlauf manchmal eine sehr auffallende Erscheinung darstellt, ist doch merkwürdigerweise erst im Jahre 1890 durch Spee die Aufmerksamkeit auf ihn gelenkt worden. Die Speekurve wird vielfach auch als Kompensationskurve bezeichnet. Untersucht man diese Kurve an Schädeln, an denen sie gut entwickelt ist (Fig. 117), so findet man, daß sie am dritten Molar beginnt, ihre tiefste Stelle am ersten Molar erreicht, um sich dann sanft ansteigend bis zum Eckzahn zu erstrecken. Hier findet sie ihr Ende, die Frontzähne sind an ihr nicht mehr beteiligt, die Randlinie derselben läuft oben in einer geraden Querlinie, unten entweder ebenso oder häufig in einer der Speekurve entgegengesetzten sanften Bogenlinie, nämlich mit der Konvexität nach oben gewendet, in welchem Falle die Kaulinie des Untergebisses im ganzen einen S-förmig geschwungenen Verlauf erkennen läßt. Nach meinen statistischen Erhebungen findet man die Speekurve in 15·5% stark ausgeprägt, in 20·7% schwach entwickelt, in 36·2% kaum angedeutet, in 27·6% fehlt sie ganz. Bei Kindern vermißt man sie fast immer; es scheint, daß funktionelle Momente im Zusammenhang mit der stärkeren Entwicklung und kräftigeren Tätigkeit der Kaumuskeln auf ihre Ausbildung von Einfluß sind.



Fig. 117.

Speesche Kurve. Okklusion der Zähne.

Spee hat diese Kurve mit der Vorschubbewegung des Unterkiefers in Beziehung gebracht, als eine Einrichtung, wodurch ermöglicht werde, daß die Unterzähne in allen Phasen dieser Bewegung mit den Oberzähnen ununterbrochen in Berührung bleiben, wodurch eine vollkommene Ausnutzung der Kaubewegungen erzielt wird. Auf S. 68 wurde die Unhaltbarkeit dieser Ansicht dargelegt. Die Speekurve hat vor allem den Vorteil, daß sich durch sie die Kauflächen der dem stärksten Kaudruck ausgesetzten Molarzähne in eine auf die Verlaufsrichtung der beiden kräftigsten Kaumuskeln, des Masseter

und des Pterygoideus internus, senkrechte oder annähernd senkrechte Richtung einstellen. Die stärkste Wirkung wird ein Muskel stets entfalten können, wenn sich seine Angriffsrichtung rechtwinklig zu dem zu bewegenden Körper verhält. Die Aktionsfläche der Kaumuskeln ist nun die Kauebene; die für die Funktion günstigste Stellung wird diese einnehmen, wenn sie in der Okklusionsstellung oder nahe zu dieser unter rechtem Winkel auf den Verlauf der Bündel der Kaumuskeln steht. Nun verlaufen die beiden genannten Muskeln bekanntlich schief von vorn-oben nach hinten-unten; durch das schräge Absteigen der Kauebene im Bereich der drei Molaren, vom dritten zum ersten, nähert sich diese zur rechtwinkligen Einstellung im Verhältnis zu diesen Muskeln. Dies der Grund, weshalb wir besonders bei kräftigen Männerschädeln die Kurve gut ausgeprägt finden. Sie tritt uns allerdings oft auch an zarten Weiberschädeln entgegen, an welchen sie eine bessere Ausnutzung der schwachen Kaumuskeln ermöglicht. Ein weiterer Vorteil der Speekurve ist die wenn auch geringfügige Vergrößerung der Kaufläche durch sie. Daß sie für den Mechanismus der Bewegungen des Kiefergelenkes nicht von besonderer Bedeutung sein kann, ergibt sich schon aus ihrer Inkonstanz.

6. Okklüsion. Das Ineinandergreifen der beiden Zahnreihen bei geschlossenen Kiefern wird als die Okklusion oder Artikulation der Zähne bezeichnet[1]. Man unterscheidet eine normale und eine abnorme Okklusion oder Malokklusion. Es ist aber gleich zu bemerken, daß bei den vielen individuellen und Rassenunterschieden die Entscheidung darüber, ob man eine gegebene Art der Okklusion nach in die erste oder schon in die zweite Kategorie einzureihen hat, nicht immer leicht ist. Jedenfalls gibt es verschiedene Arten der normalen Okklusion. Die Unterschiede sind auf zwei Momente zurückzuführen: 1. auf die verschiedene Gestalt, Größe und Stellung der Zähne, 2. auf die Abweichungen in der Kieferbildung und Zahnbogenkrümmung.

Als ursprüngliche Form im Tierreich darf die Isognathie (Ryder 1878) gelten, wie wir sie bei den Reptilien sehen. Die beiden Zahnreihen bilden bei dieser gleich weite, genau aufeinander passende Bogen mit alternierenden, beim Zubeißen wie Zahnräder ineinander greifenden Zähnen. Die für die Säuger charakteristische Anisognathie entspricht einer höheren funktionellen Stufe; statt der einfachen Zahnradwirkung, die bloß zum Ergreifen und Festhalten der Beute geeignet ist, kommt hier die scherenartig zerschneidende sowie die quetschende, zermalmende Wirkung zur

[1] Manche Autoren unterscheiden seit Christensen die Okklusion von der Artikulation; erstere ist das Verhältnis der beiden Zahnreihen zueinander bei der normalen Schlußstellung, letztere ihre gegenseitigen Beziehungen bei welcher Kontaktstellung immer. Synonym für Okklusion ist auch Hormose (Iszlai 1881).

Geltung, die auf Verkleinerung der Nahrung hinzielt (Bolk). Die Anisognathie hat natürlich kompliziertere Beziehungen der Zähne zueinander zur Folge, und noch weiter kompliziert wird dieses Verhältnis durch den Heterodontismus und durch die Höckerbildungen an den Kauflächen der Hinterzähne.

Zum genauen Studium der Okklusion beim Menschen eignen sich in erster Reihe Modelle des gesunden und normalen Gebisses Lebender, dann frische Leichenköpfe mit möglichst intakter Bezahnung. Am mazerierten Schädel läßt sich die Okklusion kaum jemals in allen Einzelheiten richtig wiederherstellen, auch wenn man, wie es unerläßlich ist, den Zwischenknorpel des Kiefergelenks durch Filz oder Plastilin ersetzt und die Zähne möglichst in eine harmonisierende Lage zueinander zu bringen gesucht hat, da schon die geringfügigen Formveränderungen, die die Kieferteile beim Mazerieren und besonders beim nachfolgenden Trocknen erleiden, insbesondere aber die Dislokationen, denen die des Zahnfleisches und der Wurzelhaut beraubten, in ihren zu weit gewordenen Alveolen locker sitzenden Zähne unterliegen, genügen, um ein tadelloses Zusammenfügen der Zahnreihen unmöglich zu machen.

Das harmonische Zusammenpassen der Ober- und Unterzähne beim Zubeißen ist in der Hauptsache eine ererbte Eigenschaft. Bereits die noch in den Kiefern steckenden Zahnkronen sind so situiert, beziehungsweise mit einer derartigen Wachstumstendenz ausgestattet und weisen ein derartiges Kauflächenrelief auf, daß, wenn Ober- und Unterzähne bei ihrem Vorwachsen aus den Alveolen zusammentreffen, die Kauflächen sofort ineinanderpassen, den Höckern der einen Seite sogleich Täler der anderen entsprechen. Den Zusammenschluß dürfen wir uns allerdings nicht als einen streng hermetischen denken, überall bleiben neben den sich berührenden Punkten kleine Spalten übrig, die besonders für das Ausweichen der zerkauten Speisenteile von Bedeutung sind. Auch dürfen wir uns diese »prästabilierte Harmonie« des oberen und unteren Kauflächenreliefs von vornherein nicht als eine ganz tadellose denken, sonst würden sich nicht so rasch an bestimmten Stellen der Kauflächen der Zähne charakteristische Schliffacetten ausbilden. Die ersten Abnutzungsspuren stellen gleichsam Korrekturen des primären Kaureliefs dar, erst die späteren Abschleifungen sind als richtige Gebrauchsusuren aufzufassen. Die ursprüngliche Form und Höhe der Hügel, der Winkelbetrag der von ihnen eingefaßten Furchen dürfte nicht von jener ausschlaggebenden Bedeutung für die Art und Weise der Kaubewegungen des Unterkiefers sein, wie von mancher Seite angenommen wird; sind sie doch in ihrer unberührten Form nur ganz vorübergehende, kurzlebige Bildungen, die sehr bald, dem Bedarf entsprechend, der ausschlaggebenden Muskeltätigkeit gemäß mäßig ummodelliert werden.

Eine besondere Wichtigkeit für die richtige Okklusion wird vielfach den beiden ersten Molaren beigelegt — Angle nennt sie geradezu den Schlüssel der Okklusion —, einmal weil diese Zähne bekanntlich die vornehmste Aufgabe beim Kaugeschäft erfüllen, und zweitens weil sie die zuerst erscheinenden Dauerzähne sind und somit gewissermaßen den Grund legen sollen für die richtige Okklusion des Dauergebisses. Letzterer Satz ist freilich einigermaßen einzuschränken. Es ist nicht einzusehen, warum nicht schon den vorhergehenden Milchzähnen eine derartige grundlegende

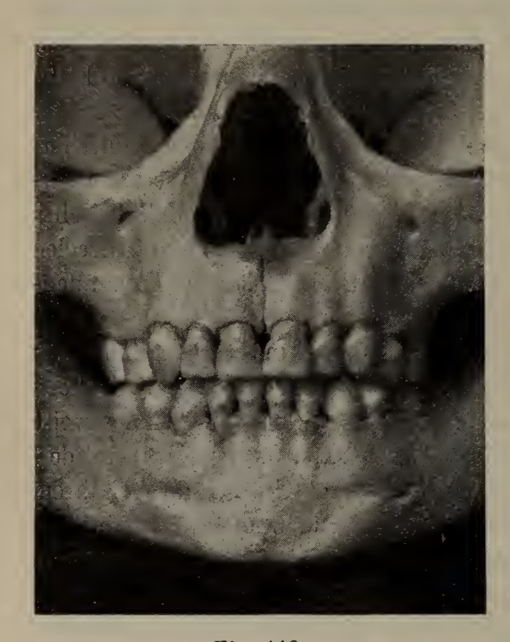


Fig. 118.

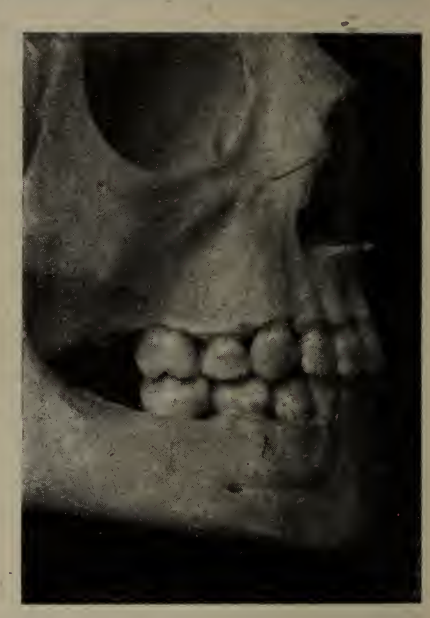


Fig. 119.

Okklusion der Zähne beim 4jährigen Kinde.

Bedeutung für die Stellung der Dauerzähne zukomme. Nehmen doch schon die zweiten Milchmolaren eine derartige Stellung gegeneinander ein (Fig. 118 und 119) — der obere ragt vermöge seiner gewölbteren distalen Fläche etwas über den ersteren nach hinten hinaus —, daß die im sechsten oder siebenten Jahr in unmittelbarem Anschluß an sie erscheinenden ersten bleibenden Mahlzähne sofort in die richtige Relation zueinander gelangen müssen, indem der obere ein wenig distalwärts gegen den unteren verschoben erscheint, womit ein richtiges Alternieren der Höcker gewährleistet ist. Die weiteren Wechselzähne kommen dann in bestimmter Reihenfolge mesial und distal von diesen Grundzähnen zum Vorschein, ihr gegenseitiges räumliches Verhältnis ist jeweilen durch die Stellung des vorhergehenden Zahnes bestimmt.

Natürlich können sie ihre regelrechten Beziehungen zueinander nur dann zur Entfaltung bringen, wenn keine störenden Umstände sie daran hindern, vor allem wenn Raum genug für sie in den Kiefern vorhanden ist.

Die korrespondierenden Zähne des Ober- und Unterkiefers stehen sich niemals streng gegenüber. Das wäre ja auch nicht möglich bei Körpern, an denen die sich berührenden Oberflächen im ganzen und großen an den gleichen Stellen angebrachte typische Hervorragungen und Vertiefungen aufweisen. Der Zusammenschluß der Oberflächen hat eine gewisse Verschiebung zur Voraussetzung, vermöge deren den Höckern Furchen, den Furchen Höcker der gegenüberliegenden Seite entsprechen. Dieses Alternieren der Höcker ist für die Kautätigkeit von größter Wichtigkeit: die voneinander senkrecht entfernten Zähne werden durch horizontale Bewegungsanteile im Kiefergelenk in eine mit den Höckerspitzen opponierte Stellung gebracht, aber nur damit sie dann mit großer Kraft aus dieser labilen Stellung längs der schrägen Seitenabhänge der Höcker in die stabile alternierende Okklusionslage gleiten und während dieses Gleitens die zwischen sie eingezwängten Speisenteile zerreißen und zerquetschen können.



Fig. 120.
Normale Okklusion der Zähne.

Man kann diese gegenseitigen Verschiebungen der oberen und unteren Zähne in der Okklusionsstellung auf drei Richtungen zurückführen: auf eine Verschiebung in linguo-bukkaler, in senkrechter und in mesio-distaler Richtung.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle besteht bei der leukodermen (weißen) Rasse Psalidodontie (Vorbiß, Überbiß), das heißt die oberen Zähne stehen etwas weiter labial- respektive bukkalwärts vor als die unteren, ihre Reihe umgreift den unteren Zahnbogen von außen. Diese linguo-bukkale Verschiebung ist aber nicht in gleichem Maße an allen Zähnen ausgeprägt. Am stärksten ist sie im Bereich der Schneidezähne, distalwärts nimmt sie ab, der erste Mahlzahn ragt nur mehr wenig vor, der zweite und dritte noch weniger. Der sagittale Abstand der vestibularen Kauränder beträgt bei den Inzisiven 3—4 *mm*, bei den Eckzähnen 3 *mm*, bei den Backenzähnen 1·5—2 *mm*, bei den Mahlzähnen 0·5—0·75 *mm*.

Verursacht wird diese Vorlagerung erstens durch die verschiedene Krümmung des Alveolarbogens — oben ist diese, wie geschildert, mehr elliptisch, unten rein parabolisch —. zweitens durch die verschiedene Stellung der Kronen der oberen und unteren Zähne. Die oberen Frontzähne stehen etwas schief, mit der Krone mehr oder weniger nach vorn geneigt, die unteren senkrecht oder zumindest weniger schräg; die oberen Prämolaren und Molaren stehen senkrecht, die unteren leicht zungenwärts geneigt.

Von der inneren Seite her betrachtet (Fig. 121) ist natürlich das entgegengesetzte Verhalten zu beobachten: hier ragen die Unterzähne stärker vor, am stärksten die Prämolaren.

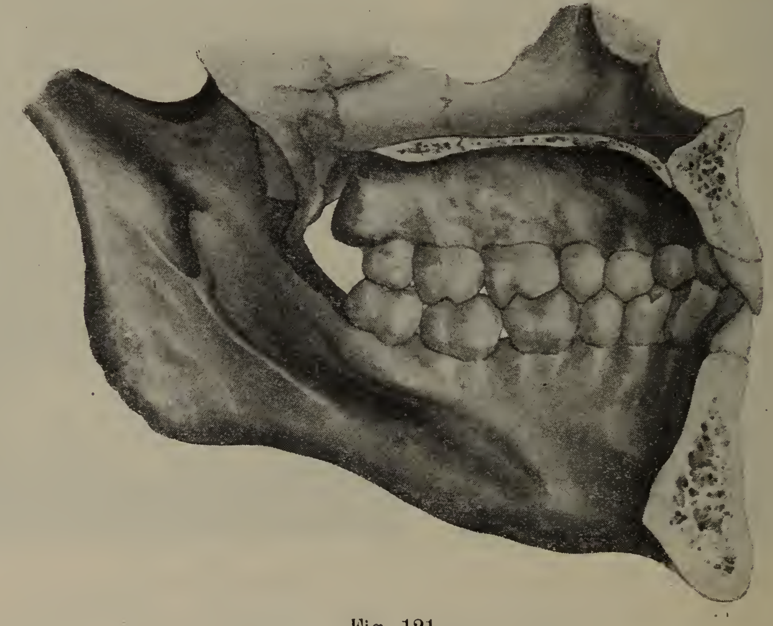


Fig. 121.

Okklusion der Zähne, von der Innenseite gesehen. Nach Johnson, etwas umgezeichnet.

Die zweite Verschiebung ist die in senkrechter Richtung. Bei den mit Kauflächen versehenen Zähnen kann sich diese Art der Verschiebung höchstens auf eine ganz schwache Zone des Kaurandes beziehen, indem sich der vorgreifende Bukkalrand des Oberzahnes eine Kleinigkeit vor den Kaurand des unteren Gegenzahnes senkt. Von einer wesentlicheren senkrechten Verschiebung kann nur bei den Schneide- und Eckzähnen die Rede sein. Ermöglicht wird bei diesen Zähnen das Herunterhängen des oberen Zahnes vor den unteren durch die gleichzeitige linguo-labiale Verlagerung der marginalen Kronenanteile der Oberzähne gegen die unteren. Die Oberzähne senken sich mit dem unteren Drittel ihrer schräg nach vorn

gerichteten Krone schildartig vor die oberen Anteile der senkrecht stehenden unteren Zahnkronen, sie bedecken sie in einer Höhe von 3—4 *mm* bei der Ansicht von vorn, um so viel, als die Zahnkrone des medialen Schneidezahnes länger ist als die Zahnkrone der Molaren (12 : 8 *mm*). Bringt man die Schneidezähne des Ober- und Unterkiefers in Randstellung zueinander, so klaffen die Zahnreihen vom Eckzahn an bis zu dem hinteren Ende des Gebisses.

Beide Arten der Verschiebung fallen wenigstens für die Schneidezähne weg bei jener immer noch als normal zu beurteilenden, wenn auch bei der weißen Rasse weitaus selteneren Form der Okklusion, die man als Labidontie (Orthogenie, Zungenbiß, Aufbiß, gerader Biß, en-tête-Biß) bezeichnet, bei der die oberen und unteren Zähne in okkludierter Stellung mit ihren Schneidekanten aufeinanderstoßen.

Die dritte, regelmäßigste Verschiebung der Einzelzähne gegen ihre Antagonisten ist die in mesio-distaler Richtung, das heißt in der Richtung des Zahnbogens. Ihr Grund liegt in der verschiedenen Breite der oberen und unteren Frontzähne. Die Kronen der oberen Schneide- und Eckzähne sind breiter gebaut als die der unteren, besonders aber zeichnet sich der mediale obere Schneidezahn durch unverhältnismäßig großen Breitendurchmesser seiner Krone gegenüber seinem unscheinbaren Gegenzahn aus. Würde im Bereich der weiteren Glieder des Gebisses nicht für einen Ausgleich gesorgt sein, so müßte sich die obere Zahnreihe in ihrer Gesamtheit um fast eines Zahnes Breite weiter nach hinten erstrecken als die untere und so der letzte Molar überhaupt kein Gegenüber mehr im Unterkiefer haben. Nun ist ja ein antagonistenloser Zahn immer noch kein nutzloses Gebilde im Mund, da er, wie die tägliche Erfahrung zeigt, insofern im Gegenkiefer in der Nachbarschaft überhaupt noch Zähne vorhanden sind, durch entsprechende seitliche Verschiebung des Unterkiefers beim Kauen noch verwertet werden kann. Aber die Natur hat es nicht auf eine derartige irreguläre Art des Kauens, sondern auf eine normale senkrechte Bißart abgesehen und hat deshalb für eine Ausgleichung dieser Ungleichheit gesorgt, und zwar dadurch, daß sie den Kronen der oberen Prämolaren und Molaren eine in mesio-distaler Richtung komprimierte rhombische Form gab, während sie denen der Unterzähne eine breite, kubische Gestalt, ihrer Kaufläche eine quadratische Umrißform verlieh.

Eine völlige Ausgleichung ist aber erst am distalen Rand der Weisheitszähne erreicht, bis dahin sind alle Zahngrenzen des Ober- und Unterkiefers gegeneinander etwas verschoben.

Die Folge dieser Verschiebung ist nun, daß jeder Zahn nicht nur mit seinem eigentlichen Gegenpartner, sondern auch mit einem von dessen Nachbarzähnen in Berührung gelangt; die drei Zähne bilden zusammen

eine Okklusions- oder Artikulationseinheit. Ausnahmen hiervon sind nur der untere mediale Schneidezahn und der obere Weisheitszahn: diese haben nur je einen Antagonisten.

Am regelmäßigsten erscheint dieses Dreieckverhältnis bei den mit zugespitztem Kaurand versehenen Eck- und Backenzähnen: jeder Zahn greift mit der Spitze seiner Schneide in die Spalte zwischen den beiden gegenüberliegenden Zähnen und unterhält mit beiden die gleichen Beziehungen. Bei den übrigen Zähnen ist das Verhältnis nicht mehr so symmetrisch, indem, abgesehen von den beiden oben erwähnten Ausnahmen, jeder Zahn einen Haupt- und einen Nebenantagonisten hat, mit letzterem tritt er nur mit einem kleineren oder größeren Bruchteil seines Kaurandes oder seiner Kaufläche in Fühlung.



Fig. 122.
Okklusion der Zähne bei etwas abgekantem Gebiß. Spatium coronoideomolare deutlich zu sehen.

Das bisher Gesagte bezieht sich auf das Verhältnis der Zähne als Einheiten zueinander. Nun haben aber die Kauflächen der Prämolaren und Molaren auch ihr bestimmtes Relief, und so wird es sich nun weiterhin auch darum handeln, wie sich dieses Relief oben und unten zueinander verhält. Um das Prinzip zu beleuchten, gehen wir am besten von den Prämolaren aus. Diese haben bloß einen bukkalen und einen lingualen Höcker mit einer queren Kaufurche dazwischen. Der untere Zahn ist gegen den oberen zungenwärts zurückverlagert, so daß sein Bukkalhöcker in der Kaugrube des oberen Zahnes ruht, während die Spitze seines Lingualhöckers hinter dem Lingualhöcker des oberen Zahnes frei nach der Mundhöhle vorsteht. Zweitens ist der Unterzahn auch mesialwärts gegen den oberen verschoben; sein Bukkalhöcker füllt also nicht die ganze Kaufurche des Oberzahnes aus, sondern nur deren mesiale Hälfte, der mesiale Abhang des Höckers findet noch in der distalen Hälfte des mesialwärts vorhergehenden Oberzahnes Aufnahme. Für die Beziehungen der Molarenhöcker zueinander im Ober- und Unterkiefer erhalten wir das richtige Verständnis, wenn wir sie bei einer schematischen Betrachtung als aus zwei mesio-distal verschmolzenen Prämolaren zusammengesetzt, also als vierhöckrig auffassen, und was soeben von der Verschiebung der Prämolarenhöcker gegeneinander gesagt wurde, auf sie anwenden, mit der Änderung nur, daß wir an Stelle des mesialen oberen

Nachbarzahnes das mesiale Höckerpaar setzen. Im folgenden versuchen wir es ganz kurz, den häufigsten Typus der Kontaktbeziehungen der Zähne des Ober- und Unterkiefers zueinander zu schildern, wobei wir die Oberzähne als Grundlage nehmen.

Der obere zentrale Incisivus steht schiefer als die beiden unteren Incisivi, diese treffen also mit ihm unter einem sehr stumpfen Winkel zusammen, und zwar bei dem gewöhnlichen »Vorbiß« nicht an der Schneidekante, sondern entsprechend der Zungenfläche des oberen Zahnes. Der obere Incisivus senkt sich also mit dem marginalen Teil seiner Krone um etwa 4 *mm*, das heißt ein Drittel seiner Kronenlänge, vor seine zwei Antagonisten, wobei von der Breite des Zahnes dem medialen unteren Schneidezahn mehr als dem lateralen, das heißt mehr als die Hälfte zufällt. Die Schneidekanten der unteren Incisivi stehen hinter der Fovea dentis der oberen. Für den unteren I_1 ist der obere I_1 der einzige Antagonist, der untere I_2 tritt zur Hälfte auch mit der Zungenfläche des oberen kleinen Incisivus in Beziehung. Der Winkel, unter dem die unteren Schneidezähne zu den Rückflächen der oberen stehen, ist verschieden, je nach der Stellung der Zähne; bei starker Prosodontie, das heißt bei flach vorspringenden oberen Inzisiven kann er bis 90° betragen, in welchem Falle wir die Bezeichnung Stegodontie (T-Biß) anwenden. Ein eigentliches Anstoßen liegt aber zumeist wohl nicht vor, das heißt die Schneiden der unteren Incisivi berühren die Zungenfläche der oberen bei der Schlußstellung nicht, eine kleine Spalte bleibt übrig, besonders wenn die Kante des unteren Zahnes schon einigermaßen abgeschliffen ist. Bleiben die unteren Schneidezähne infolge starker Verkürzung des Unterkiefers weit hinter den oberen zurück, so liegt Opisthodontie, Rückbiß, vor. Hiatodontie, Lückenbiß, heißt jene abnorme Form der Okklusion, bei der auch bei vollkommenem Schluß der Molarzähne zwischen den oberen und unteren Frontzähnen ein von vorn sichtbarer, oft bis zum ersten Prämolar reichender Spalt offen bleibt.

Der obere kleine Incisivus hat im Unterkiefer zwei Kontaktzähne: den zweiten Schneidezahn und den Eckzahn. Wieviel von seiner Krone in der Querrichtung auf den einen und den anderen entfällt, ist individuell etwas verschieden; in der Mehrzahl der Fälle sind diese Anteile gleich, in anderen Fällen entfällt auf den einen oder den anderen etwas mehr. Es hängt dies von dem etwas wechselnden Breitenverhältnis zwischen oberen und unteren Schneidezähnen ab. Auch hier schiebt sich die Krone des Zahnes um etwa 3 *mm* senkrecht vor die seiner unteren Antagonisten. Die Spitze des Kaurandes vom unteren Eckzahn steht an der lingualen Seite der Fuge zwischen oberem I_2 und C, von seinen beiden Randteilen lehnt sich der eine dem lingual-distalen Randwulst des oberen I_2, der andere dem mesialen Randwulst des oberen C an.

Der obere Eckzahn steht in der Regel senkrecht auf den Alveolarrand, während seine beiden Antagonisten im Unterkiefer, der untere Eckzahn und der erste Prämolar, ihre Krone schon etwas lingualwärts neigen. Von letzteren ist der Caninus sein Hauptantagonist, der P_1 sein Nebenantagonist. Die Spitze am Kaurand des oberen Eckzahnes steht gewöhnlich nicht genau vor der Grenzlinie zwischen diesen beiden Zähnen, sondern etwas mehr mesial, vor dem distalen Randgebiet der Krone des unteren Eckzahnes.

Die Okklusionsverhältnisse des P_1 sup. zeigen einen sehr regelmäßigen Typus. Hier ist kein Haupt- und Nebenantagonist zu unterscheiden; die mediane Zuspitzung des Kaurandes greift genau in die Spalte zwischen den beiden Gegenzähnen, die beiden Hälften desselben schließen sich den abgeschrägten seitlichen Abteilungen der Kauränder der unteren Prämolaren an. Dabei ist aber der obere Zahn gegen die beiden unteren etwas bukkal vorgelagert, so daß die bukkalen Höcker der letzteren in die Kaufurche des oberen Prämolars zu liegen kommen, während ihre Zungenhöcker stark hinter

dem Lingualhöcker des oberen Prämolars und dessen Nachbarn zurückstehen. Da der Zungenhöcker des unteren ersten Bicuspis sehr unscheinbar ist, kommt zwischen ihm und dem oberen ersten Bicuspis eine nach hinten offene Bucht zustande.

Der zweite obere Prämolar tritt zur Hälfte mit dem P_2 inf., zur Hälfte mit dem breiten M_1 inf. in Kontaktbeziehungen; für letzteren ist er nur Nebenantagonist, da das von ihm beanspruchte Gebiet an diesem nur ein Viertel von dessen Kronenbreite begreift. Die Spitze des Kaurandes des P_2 sup. senkt sich ein wenig vor die Spalte zwischen seinen beiden unteren Antagonisten, seine Kaufurche nimmt in ihrer mesialen Hälfte den distalen Abhang des Bukkalhöckers des P_2 inf., in ihrer distalen Hälfte den mesialen Abhang des Bukko-mesioconus des M_1 inf. auf. Sein Zungenhöcker ruht in den sich aneinanderschließenden Hälften der Kaufurchen der beiden unteren Zähne. Bei der Besichtigung von der Zungenseite fällt es zunächst auf, wie stark der untere P_2 hinter den Oberzähnen zurücksteht; sein Lingualhöcker ist ganz hinter denen seiner oberen Antagonisten situiert, seine Spitze hinter der Spalte zwischen den beiden oberen Prämolaren.

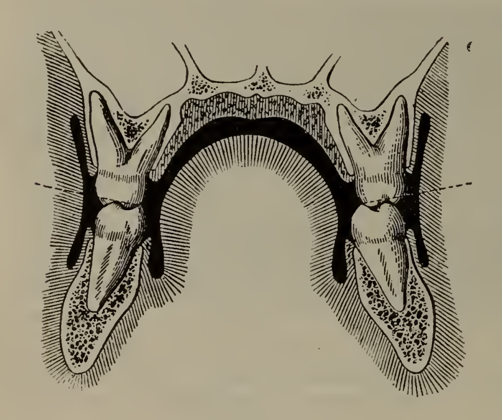


Fig. 123.

Beziehungen der oberen und unteren Molaren zueinander. Aus einem Frontalschnitt des Kopfes. Schematisiert. Nach Mühlreiter.

Der erste obere Molar hat als Hauptantagonisten den gleichnamigen Zahn des Unterkiefers, über den er mit seinem distalen Rand immer noch um 2—3 *mm* distalwärts hinausgreift, als Nebenantagonisten den zweiten unteren Molar. Da sich die Bukkalflächen der genannten unteren Zähne stärker lingualwärts neigen als die Bukkalfläche des M_1 sup., treten die beiden Bukkalhöcker des oberen Zahnes ein wenig vor die der unteren, richtiger sie stützen sich auf den bukkalen Kaurand und eine angrenzende schmale Zone der Wangenfläche derselben. Hieraus erklärt sich die rasche Abnutzung der bukkalen Höcker der unteren Molaren sowie die oft schon sehr frühzeitig erscheinende schräge Abreibungsfacette im Randgebiet ihrer Wangenfläche. Als Nebenantagonist kommt, wie erwähnt, der zweite untere Molar in Betracht, auf dessen Bukko-mesioconus sich der obere Bukko-distoconus mit einem kleinen Teil seines Umfanges stützt, während der Hypoconus des Oberzahnes in der mesialen Hälfte der Kaufurche des unteren M_2 Aufnahme findet. Der breite Archiconus des oberen M_1 stützt sich hauptsächlich an die kantigen, aber ihrer Kanten rasch verlustig werdenden bukkalen Abhänge der lingualseitigen Höcker des unteren M_1. Dies dürfte wohl die für den Kauakt ergiebigste Beziehung im ganzen Gebiß sein, womit auch die sehr frühzeitige Abnutzung des Archiconus in Einklang steht. Der Distoconus (Hypoconulid) des unteren M_1 senkt sich in den Sulcus obliquus und die Fovea distalis des oberen M_1.

Der zweite obere Molar steht in ähnlichem Verhältnis zu seinem Hauptantagonisten, dem zweiten unteren Molar, und zu seinem Unterantagonisten, dem dritten unteren Molar, wie sein mesialer Nachbar zum ersten und zweiten unteren Mahlzahn. Da am zweiten unteren Molar die Bukkalfläche noch stärker schräg gegen die Zunge gerichtet ist als am ersten, stützen sich die Bukkalhöcker des Oberzahnes in etwas größerer Aus-

dehnung als beim ersten oberen Molar auf den Kaurand der Bukkalfläche des Unterzahnes, was eine frühzeitigere und ausgiebigere Abnutzung der Randzone der Bukkalfläche und der bukkalen Abteilung der Kaufläche des M_2 inf. zur Folge hat. Von den beiden zugespitzten Lappen der Wangenfläche des M_2 sup. senkt sich der mesiale in den Einschnitt zwischen den beiden Lappen des gleichnamigen Unterzahnes beziehungsweise in die von dem Einschnitt ausgehende Vertikalfurche, während der distale zur Hälfte mit dem distalen Lappen desselben Zahnes, zur Hälfte mit dem Mesio-bukkoconus des unteren Weisheitszahnes im Kontakt steht. Der einheitliche Zungenhöcker des Oberzahnes füllt die Kaugrube und die distale Hälfte der Kaufurche des Unterzahnes aus.

Der obere Weisheitszahn ist im mesiodistalen Durchmesser in der Regel beträchtlich schmäler als sein Gegenpartner, so daß die distalen Ränder der beiden in eine Senkrechte fallen. Der obere Zahn tritt kaum mehr bukkalwärts gegen den unteren Zahn — seinen einzigen Antagonisten — vor. Sein bukko-mesialer Conus ruht in der Inzisur zwischen den beiden Bukkalhöckern des Unterzahnes, während sich sein sehr reduzierter Bukko-distalhöcker dem distalen Abhang des unteren Bukko-distoconus anschließt; der unpaare Lingualhöcker greift in die Kaugrube und die sagittale Trennungsfurche der Bukkalhöcker und ein wenig auch in die der Lingualhöcker des Unterzahnes. Da jedoch Stellungsanomalien dieser Zähne, besonders des oberen Weisheitszahnes, sehr häufig sind, so paßt diese Beschreibung nur für einen Teil der Fälle.

Abweichungen von der geschilderten Art der Okklusion sind außerordentlich häufig. Die ausgesprochenen Unregelmäßigkeiten der Zahnstellung scheinen ein Prärogativ des Menschengeschlechts, insbesondere aber der Kulturmenschheit zu sein, worin man einen Hinweis erblicken darf auf die pathologische, degenerative Natur dieser Verwerfungen, abgesehen natürlich von den durch mechanische Ursachen, wie zu frühen Verlust eines Mahlzahnes, bedingten. Dystrophische Momente der Knochenbildung, analog derjenigen, die bei den abnormen Schädelformen, Schädelasymmetrien, frühzeitigen Nahtverknöcherungen usw. im Spiele sind, dürften hier eine Rolle spielen, bedingt vielleicht durch abnorme Tätigkeit des inner-sekretorischen Drüsenapparats während der Entwicklung des Zahnsystems, besonders der Schilddrüse und der Hypophyse.

X. Zähne und Mandibularkanal.

Der Canalis mandibularis beginnt mit dem Foramen mandibulare an der Innenseite des Unterkieferastes und erstreckt sich fast bis zur Mittellinie. Das Foramen mentale ist nicht als das eigentliche Ende, sondern nur als eine Nebenöffnung des geradlinig weiterziehenden Kanals aufzufassen; allerdings verjüngt sich der Kanal jenseits des Foramens beträchtlich, da der Hauptteil des Nerven und der Gefäße am Foramen nach außen ablenkt und nur je eine dünne Fortsetzung derselben im Endteil des Kanals, den manche als Canalis mentalis besonders unterscheiden, verbleibt. Aus letzterem Grunde sind auch hauptsächlich nur die topographischen Beziehungen der bis zum Foramen mentale reichenden Kanalstrecke von prak-

tischer Bedeutung. Es wurde diesem wichtigen Gegenstande von verschiedener Seite eingehende Beachtung geschenkt; ich hebe die Mitteilung Scheffs[1] hervor, die auf dem Studium mit großer Sorgfalt angefertigter flächenhafter Sägeschnitte des Unterkiefers und der Zähne beruht.

Der Kanal läuft am Foramen mandibulare beginnend zunächst dicht unter der Innenfläche des Ramus und ist in seiner ersten Strecke nur von der inneren Corticalis des Unterkiefers bedeckt; bald aber, schon vor Erreichung des zahntragenden Kieferabschnittes, senkt er sich in eine tiefere Schicht des Knochens und ist nunmehr allseits von der Spongiosa des Unterkiefers umgeben, allerdings gegen diese durch eine ganz dünne, oft

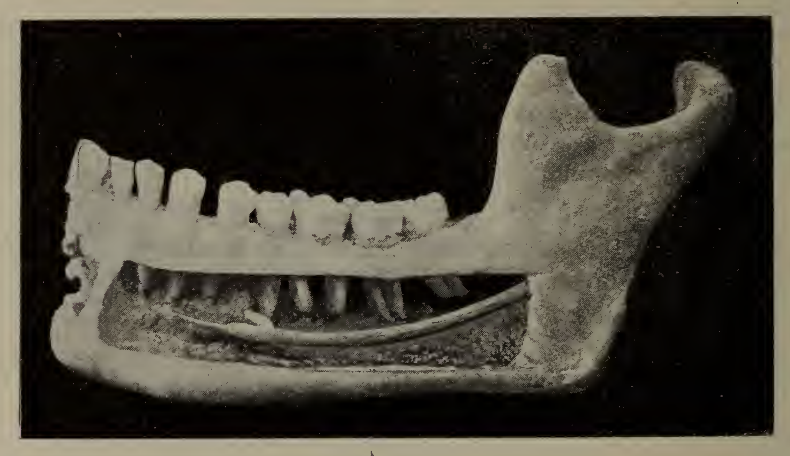


Fig. 124.

Unterkiefer mit aufgemeißeltem Alveolarkanal. Beziehungen der Zahnwurzeln zu den im Kanal befindlichen Gebilden. Der Nerv gibt unter den Prämolarzähnen den in seiner ersten Strecke schlingenförmig verlaufenden, hier kurz abgeschnittenen Nervus mentalis ab und setzt sich stark verdünnt im Kanal weiter fort.

auch siebförmig durchlöcherte kompakte Grenzschicht, also eine eigene Wandung, getrennt. Dazu kommt noch die Periostauskleidung; nimmt man am frischen Knochen die umgebende Spongiosa weg, so stellt sich der Kanalinhalt als einheitlicher Periostschlauch dar (Fig. 124). Der Verlauf des Kanals ist ein schwach bogenförmiger mit oberer, den Zahnwurzeln zugewendeter Konkavität; durch diesen Bogen vermeidet der Kanal die winklige Knickung am Übergang vom Ast zum Körper, anderseits ist der Bogen teilweise auch die Folge der Speeschen Kurve der Kaulinie und des Alveolenrandes. Die tiefste Stelle des Bogens liegt unter dem ersten Molar, jenseits desselben erhebt er sich etwas gegen den zweiten Prämolar; unter diesem

[1] J. Scheff, Sagittalschnitte zur topographischen Anatomie des Ober- und Unterkiefers. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. XXI 1905, S. 1.

oder ungefähr in gleicher Häufigkeit unter der Grenzlinie zwischen dem zweiten und dem ersten Prämolar befindet sich das Foramen mandibulare, das also etwas höher liegt als der tiefste Punkt des Kanals.

Was nun die Beziehungen zu den Zahnwurzeln betrifft, so geben Dieulafé und Gayral[1], die darüber eine eingehendere Untersuchung angestellt haben, folgende Zahlen als Entfernung des Kanals von den Wurzelspitzen an: dritter Molar 6 *mm*, zweiter Molar 7 *mm*, erster Molar 9 *mm*, zweiter Prämolar 8 *mm*. Wir ersehen aus diesen Zahlen, daß die Krümmung des Kanals keineswegs durch das verschieden tiefe Herunterragen der Zahnwurzeln bestimmt ist, denn in diesem Falle müßte sich die Entfernung bei jedem Zahn gleich verhalten. Am nächsten kommt also zum Kanal die Wurzel des Weisheitszahnes, dann folgt der zweite Molar, dann der zweite Prämolar, am größten ist der Abstand beim ersten Molar.

Doch gelten diese Zahlen jedenfalls bei weitem nicht für alle Fälle, vielmehr sind sie meiner Erfahrung nach als Maxima der Entfernung aufzufassen. In dem in der Fig. 124 im Lichtbild wiedergegebenen Fall z. B. lag die Sache ganz anders. Am nächsten standen sich Wurzel und Kanal am zweiten Molar, und zwar betrug die Entfernung zwischen ihnen kaum 0·5 *mm*, eine spongiöse Zwischenlage fehlte hier, der aus dünner kompakter Lamelle bestehende Boden der Alveole stellte zugleich einen Teil der Kanalwandung dar. Unter dem ersten Molar trat schon eine spongiöse Trennungsschicht auf, oben und unten durch je eine kompakte Lamelle begrenzt, so daß sich die Distanz an der distalen Wurzel auf 2·5 *mm*, an der proximalen auf 3·3 *mm* erhöhte; beim zweiten Prämolar stellte sich wieder ein Verhältnis ein wie beim zweiten Molar. Im ganzen also lagen viel engere räumliche Beziehungen zwischen Kanal und Alveolen vor, als sie die obigen Zahlen anzeigen. Es können aber diese topographischen Beziehungen noch nähere sein, indem, wie es Scheff und Michel für den dritten und zweiten Molar als sehr häufiges Vorkommnis angeben, eine Trennungsschicht zwischen beiden überhaupt fehlt, das heißt die Zahnwurzel oder genauer das die Wurzelspitze bedeckende Periodontium direkt, ohne Dazwischenkunft einer Knochenscheidewand, den im Kanal verlaufenden Bildungen aufliegt. Daß sich hieraus wichtige pathologische Wechselbeziehungen (neuralgische Schmerzen bei Dentitio difficilis des dritten, manchmal auch des zweiten Molars) ergeben müssen, liegt auf der Hand, ebenso daß in einem solchen Fall bei der Extraktion des Zahnes eine Verletzung des Nerven und der Arteria alveolaris inferior im Bereich der Möglichkeit liegt. Als Kuriosum ist der von Loos[2]

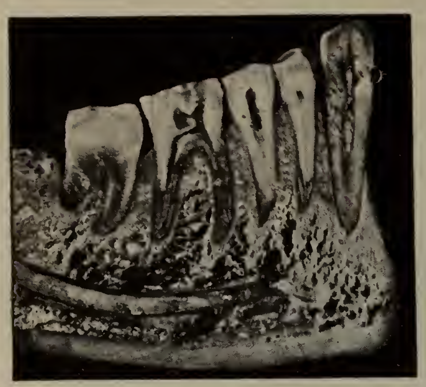
---

[1] Dieulafé et Gayral, Topographie du système dentaire. Journal de l'Anatomie. Zitiert nach Dieulafé et Herpin, Anatomie de la bouche et des dents. Paris 1909, pag. 169.

[2] R. Loos, Ein abnormer Verlauf des Canalis mandibularis. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. XV, 1899, S. 163.

beschriebene Fall zu erwähnen, bei dem die Arterie und der Nerv durch eine Öffnung in der Wurzel eines retinierten Zahnes hindurchgingen.

Auch die beistehende Fig. 125 zeigt uns, wie verschieden der Abstand zwischen den Wurzelspitzen der Molaren und dem Canalis alveolaris sein kann. Was das topographische Verhältnis des Kanals zu den Wurzeln im Dickendurchmesser des Unterkiefers betrifft, so fand Michel, daß der Kanal in 90% der Fälle etwas oral von der Linie der Wurzelspitzen, in 10% fazial davon verläuft. Nach Loos[1] liegt der Kanal in der Gegend der Molaren stets der oralen Kieferplatte näher, vom ersten Molar an beginnt er sich fazial zu wenden.



A



B

Fig. 125 *A* und *B*.
Durchschnitte des Unterkiefers mit dem Canalis mandibularis (nach Präparaten aus Scheffs Sagittalschnitte). *A* Der Abstand zwischen den Wurzelspitzen der Molaren und dem Kanal ist relativ groß. *B* Die Wurzelspitzen sind nahe an den Kanal herangeschoben. Nach Zuckerkandl.

Der Canalis mentalis, das heißt die über das Foramen mentale hinausreichende Fortsetzung des Kanals, verläuft nach der Mitte zu, erreicht aber diese nicht, sondern endet schon unter dem Alveolarseptum zwischen mittlerem und seitlichem Schneidezahn, weniger als 1 *cm* von der Basis des Unterkiefers entfernt und beträchtlich näher der Innen- als der Außenwand des Unterkiefers. Von den unteren Frontzähnen ist es nur der Caninus, dessen Wurzel zum Kanal nahe kommt. Ist diese Wurzel besonders lang und der Kanal besonders hoch liegend, so kann auch der Fall eintreten, daß die Wurzel hinter den Kanal herunterreicht.

Beim Neugebornen läuft der Canalis mandibularis unmittelbar unter den Zahnkeimen, mit diesen in die gemeinsame Rinne der Knochensubstanz eingefaßt. Im Laufe der Entwicklung bildet sich allmählich mit dem Hervortreten der Milchzähne und später der Dauerzähne und mit dem Höherwerden des Unterkieferkörpers eine spongiöse knöcherne Scheidewand über dem Kanal aus. Noch beim neunjährigen Kinde liegen die Alveolen des ersten und

[1] R. Loos, Der anatomische Bau des Unterkiefers als Grundlage der Extraktionsmechanik. Wien 1899, S. 4.

zweiten Molarzahnes dem Kanal unmittelbar auf. Dasselbe gilt auch noch später für den noch nicht durchbrochenen dritten Molar.

XI. Zur Anthropologie des Gesichtsschädels.

1. Form des Alveolarteiles.

Von Interesse ist für uns insbesondere der alveolare Teil des Gesichtsgerüstes. Dieser kann breiter oder schmäler, höher oder niedriger sein, steiler oder schiefer stehen. Die verschiedene Breite des Alveolarbogens hängt mit der Gesamtgestaltung des Gesichtsschädels zusammen, während die beiden anderen Eigenschaften bis zu einem gewissen Grad unabhängig davon sind. Es gibt Menschen, bei denen die Partie des Gesichtsprofils zwischen Nase und Lippenrot auffallend lang, andere, bei denen sie auffallend kurz ist, dazwischen liegt natürlich die überwiegende Mehrzahl der Menschen mit proportionaler Gestaltung dieser Gegend. Diese Unterschiede sind begründet in der verschiedenen Höhenentwicklung des Alveolarteiles des Oberkiefers. Man kann für den Oberkiefer einen Alveolarhöhen-Obergesichtshöhenindex aufstellen, indem man am Schädel die Entfernung zwischen der Nasenöffnung und den Zähnen in prozentuale Beziehung bringt zur Gesichtshöhe. Das erstere Maß wird von dem Nasospinale, das heißt von der Mitte der die beiderseitigen tiefsten Stellen des unteren Aperturrandes miteinander verbindenden horizontalen Linie, zum Prosthion, das heißt zu dem Alveolarrand zwischen den beiden medialen Schneidezähnen, das letztere Maß vom Nasion, das heißt von der Mitte der Sutura nasofrontalis zum Prosthion, gemessen. Es wurde dieser Index $\left\{\frac{\text{Alveolarhöhe} \times 100}{\text{Obergesichtslänge}}\right\}$ an 330 Schädeln der Sammlung des unter meiner Leitung stehenden anatomischen Instituts bestimmt. Das Ergebnis schwankte zwischen 15 und 35, doch ergab sich eine ziemlich regelmäßige Frequenzkurve, die den Höhepunkt bei 27 erreichte; als Mittelzahl ließ sich 26 berechnen. Als mittellang kann man den Alveolarfortsatz des Oberkiefers bezeichnen, wenn sich sein Index zwischen 23—28 hält, bleibt die Zahl darunter, so ist der Alveolarteil zu kurz, erhebt sie sich über 28, so ist der Alveolarteil als ungewöhnlich lang zu charakterisieren.

Die Stellung der zahntragenden Teile des Ober- und Unterkiefers im Profilbild wird seit dem Holländer Petrus Camper (1791) durch den Gesichts- oder Profilwinkel zahlenmäßig ausgedrückt, von dessen Modifikationen es heute schon eine respektable Anzahl gibt (Camper, Cloquet, Jaquart, Broca, Topinard, Virchow, Hölder, Rivet usw.). Von den in der Anthropologie offiziell anerkannten Gesichtswinkeln ist ein Teil auch am Lebenden

festzustellen, so der Obergesichtswinkel, der gebildet wird von der Ohraugen-Horizontalen und einer das Nasion mit dem Prosthion (siehe oben) verbindenden Geraden. Am knöchernen Schädel dienen mehrere Winkel zur Charakterisierung des Gesichtsprofils, so der Ganzprofilwinkel, der nasale, alveolare und mandibulare Profilwinkel, über die das Nähere in den Lehrbüchern der Anthropologie nachzulesen ist. Fig. 126, dem Martinschen Lehrbuch entnommen, gibt einen Überblick über diese Winkel.

Senkrechte Stellung des Gesichtsprofils oder seiner Teile heißt Orthognathie (A. Retzius) oder Geradkiefrigkeit, schnauzenartiges Vortreten desselben Prognathie (Prichard) oder Vorkiefrigkeit, dazwischen wird noch eine Mesognathie unterschieden; zur Bezeichnung der extremen Formen dienen die Namen Hyperprognathie und Hyperorthognathie. Doch werden von den drei Kategorien — Ortho-, Meso-, Prognathie — wieder drei Unterarten unterschieden. Wenn Ober- und Unterkiefer in gleicher Weise und in gleichem Grade vorgeschoben sind, so spricht man von einer Ganzgesichtsprognathie; sie ist bei den Tieren, einschließlich der Anthropoiden, die Regel, beim Menschen findet sich häufig nur eine Oberkieferprognathie. Ist nur der nasale Abschnitt des Oberkiefers, das sogenannte Mittelgesicht, hervortretend, so liegt im Gegensatz zur totalen Prognathie eine nasale Prognathie vor. Verläuft dagegen das Profil des Mittelgesichts senkrecht oder annähernd senkrecht und schiebt sich nur der Alveolarteil schräg vor, so spricht man von einer alveolaren Prognathie, die natürlich eine maxillare und mandibulare sein kann.

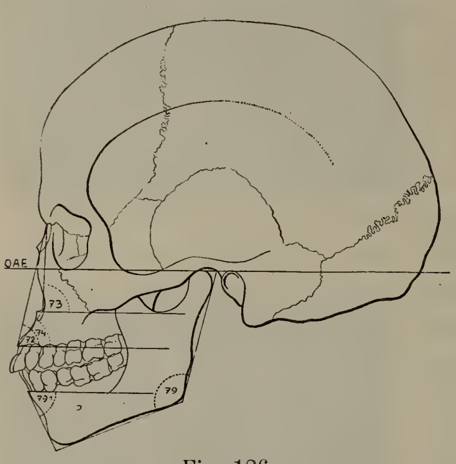


Fig. 126.

Schädel mit eingezeichneten Gesichtswinkeln, nach Martin. OAE = Ohraugen-Horizontale. Obergesichtswinkel = 72°; nasaler Profilwinkel = 73°; alveolarer Profilwinkel = 74°; mandibularer Profilwinkel = 79°.

Bei den verschiedenen Rassen treten uns diese unterschiedlichen Gattungen der Ortho-, Meso- und Prognathie in wechselnder Kombination entgegen. Für die negroiden Rassen Afrikas ist z. B. eine reine alveolare Prognathie oder zumeist sogar Hyperprognathie charakteristisch mit einem Winkel bis zu 54—55° bei mesognathem Mittelgesicht, daher die Profillinie des Mittelgesichtes gegen die vorspringende Alveolarlinie eine Abknickung von durchschnittlich 21° erkennen läßt; bei den Australiern und Papuas dagegen, die die prognathesten Rassen sind, richtet sich das ganze Gesichtsprofil schief nach

vorn, mit Einschluß des Mittelgesichts, der Knickungswinkel sinkt hier auf 14—16°, die Profillinie des Gesichts erscheint mehr gestreckt. Orthognathie kommt nur bei der weißen Rasse vor, zumeist sind aber auch diese mesognath; doch tritt auch bei ihnen nicht selten als individuelle Varietät Prognathie auf.



Fig. 127.

Γνάθος bedeutet Kiefer, daher sollten die Zusammensetzungen mit -gnathie ausschließlich zur Bezeichnung der verschiedenen Stellungsarten der Kieferteile, nicht aber für die Bezeichnung der Stellung der Zähne verwendet werden. Für das schräge oder horizontale Vorstehen der Zähne empfiehlt sich der schon von Welcker benutzte Namen Prosodontie (besser als das hybride Prodentie), doch ist kaum zu hoffen, daß die unangemessene Anwendung des Namens Prognathie, worunter in zahnärztlichen Kreisen die pathologischen Formen der Prosodontie verstanden werden, in absehbarer Zeit verschwinden wird. Wohl noch weniger Aussicht auf Erfolg hat der ganz richtige Vorschlag Adloffs[1], den Namen Orthodontie, der heute allgemein zur Bezeichnung der zahnärztlichen Orthopädie in Benutzung steht, für die gerade Stellung der Zähne im Gegensatz zur Prosodontie zu reservieren.

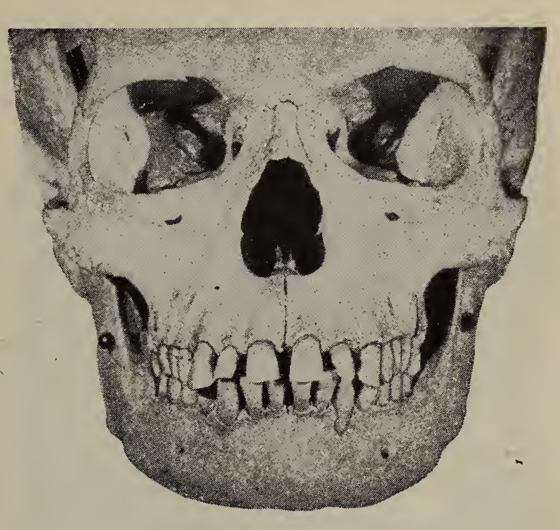


Fig. 128.

Prosodontie mit Prognathie. Präpariersaalschädel aus der Sammlung des Budapester I. Anatomischen Instituts.

Die Prosodontie oder Schiefzähnigkeit kann unabhängig von der Prognathie auftreten, das heißt es können bei steil profiliertem

[1] P. Adloff, Das Wesen der Prognathie. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 1915, S. 103.

Oberkieferteil die Frontzähne schief nach vorn gerichtet sein, was natürlich eine kyphotische Bildung der Vorderzähne zur Voraussetzung hat, das heißt eine derartige Abknickung ihrer Achsen, daß die Krone mit der Wurzel einen nach vorn offenen Winkel bildet. Beim Europäer ist diese Form jedenfalls immer pathologisch. Gewöhnlich aber geht Prosodontie mit Prognathie einher (Fig. 127 und 128). Auch diese Form der Prosodontie ist bei der weißen Rasse zumeist als eine Bildungsanomalie, als eine pathologische Erscheinung aufzufassen, über deren Entstehungsursache wir allerdings noch nichts Bestimmtes wissen. Es ist, als ob es sich um eine unverhältnismäßige abnorme Wachstumstendenz des Alveolarfortsatzes, beider oder nur des oberen, besonders in der Horizontalebene und besonders in den Randzonen, handelte, wodurch sich der Randbogen des Alveolarfortsatzes gegenüber seinem Ansatzbogen im vorderen Gebiet erweitern und so eine starke Prognathie und Prodentie zustande kommen muß und die Zähne, wie in Fig. 128 sichtbar, auseinander weichen müssen. Auf die reine Prosodontie ohne Prognathie kann natürlich diese Erklärung, die vom Standpunkt der letzten Ursachen ohnehin keine eigentliche Erklärung bietet, keine Anwendung finden. Vielfach wird die Prognathie und Prosodontie auf Nasen- oder Rachenstenose und dadurch bedingte Mundatmung im Kindesalter zurückgeführt, doch scheint es für viele Fälle fraglich, ob es sich nicht um Parallelerscheinungen, die die Folgen einer gemeinsamen tiefer liegenden Ursache sind, handelt. Bei Prognathie erscheint der Gaumen stets auffallend flach.

Auf der anderen Seite gibt es ausgesprochen prognathe Rassen, wie Australier und Papuas, die eher orthodont als prosodont sind. Bei solchen muß natürlich ein starker zungenwärts gerichteter Profilwinkel der Frontzähne, oft wohl auch bis zur lordotischen Gestaltung des Zahnes, bestehen. Auch die diluviale Rasse des Homo Neandertalensis gehört hierher, ebenso wie viele rezente primitive Völker. Im allgemeinen ist für den Menschen der senkrechte Biß, auch bei bestehender Prognathie, bezeichnend.

Die Prosodontie (ebenso wie die Orthodontie) kann als maxillare und mandibulare unterschieden werden; die beiden können auch unabhängig voneinander auftreten. Zum zahlenmäßigen Ausdruck des Stellungswinkels der Zähne benutzt man den Winkel, den die vom Prosthion zur Schneide der oberen medialen Incisivi gezogene Linie mit der Ohraugen-Horizontalen bildet (Zahnwinkel).

2. Zur Gaumenform.

Die Umrißform des harten Gaumens deckt sich mit der Form des Alveolarbogens; was in bezug auf letzteren S. 223 gesagt wurde, gilt dem-

nach auch für die entsprechenden Formvariationen des Gaumens. Die anthropologischen Meßmethoden lassen die feineren Unterschiede dieser Variationen unberücksichtigt, sie geben hauptsächlich nur über das Verhältnis der Breite zur Länge und höchstens noch über die Tiefe des Gaumens Aufschluß. Die Breite wird zwischen den Innenrändern der Alveolen der zweiten Molaren gemessen, die Länge vom »Orale« zum »Staphylion«. Das Orale ist die Stelle, wo die Verbindungslinie zwischen den hintersten Punkten der Alveolen der beiden medialen Schneidezähne die Mittellinie schneidet, das Staphylion wird in der Weise bestimmt, daß man die tiefsten Punkte der beiderseits neben der Spina nasalis posterior befindlichen Einschnitte miteinander verbindet; die Kreuzungsstelle dieser Linie mit der medianen Längsnaht des Gaumens ist der gesuchte Punkt. Aus den beiden Maßen wird der Gaumenindex $\left\{\frac{\text{Gaumenbreite} \times 100}{\text{Gaumenlänge}}\right\}$ berechnet. Nach Maßgabe des Indexwertes unterscheidet man folgende Kategorien: leptostaphylin (schmalgaumig) bis 79·9, mesostaphylin (mittelbreitgaumig) von 80·0—84·9, brachystaphylin (breitgaumig) von 85·0—x. Als Rassenmerkmal kommt die Gaumenform kaum in Be-



a



b

Fig. 129.

a = breite Gaumenform; *b* = schmale Gaumenform.

tracht. wohl aber als Geschlechtsmerkmal, indem der Gaumen des Weibes relativ kürzer sein soll als der des Mannes. Fig. 129 zeigt uns eine breite und darunter eine schmale Gaumenform.

Wichtiger als das Längenbreitenverhältnis ist die Art der Gaumenwölbung, das heißt die Tiefe oder Höhe des Gaumens. Beim Säugling bildet der Gaumen stets eine ebene Fläche, welche Form nach Tandler einen besonderen physiologischen Wert für den Saugakt besitzen soll. Allmählich erst mit dem Hervortreten der Milch- und später der Dauerzähne und der vollen Ausgestaltung des Alveolarfortsatzes bildet sich die Gewölbeform des Gaumens aus. Sieht man aber genau zu, so erkennt man, daß bei dem normal gebauten Gaumen die Konkavität desselben zumeist kein gleichmäßig sanftes Gewölbe ist, sondern sich in der Form einer an der Grenze etwa des vorderen und mittleren Drittels undeutlich stumpfwinklig geknickten Fläche ausprägt. Man kann demgemäß am Gaumen einen etwa die zwei hinteren Drittel des knöchernen Gaumens bildenden, verhältnismäßig flachen horizontalen Teil, das Palatum proprium, und von der Gegend der Prämolarzähne beginnend einen ungefähr das vordere Drittel des Gaumens in sich begreifenden, schräg nach vorn-unten abfallenden retroalveolaren Teil, das Palatum alveolare, unterscheiden. Nur bei dem ausgesprochen flachen Gaumen ist der Übergang ein wirklich allmählicher, unmerklicher, bei normaler Bildung des Gaumens ist die Stelle des Überganges beider Teile ineinander recht gut als Linie zu präzisieren; sie stellt sich zumeist als eine ungefähr in der Verbindungslinie der zweiten Prämolaren verlaufende quere flache Furche dar, die seitlich unter stumpfem oder rechtem Winkel in die sich nach hinten allmählich schärfer ausprägende annähernd sagittale Furche zwischen dem Molargebiet des Alveolarfortsatzes und dem Palatum proprium übergeht. Die Stelle dieses Winkels ist nicht selten beiderseits durch ein flaches Grübchen gekennzeichnet. Die Form des so umgrenzten Palatum proprium wechselt je nach der Gesamtgestalt des Oberkiefers. Es kann von parallelen Seiten umfaßt sein, gewöhnlich aber konvergieren die seitlichen Grenzlinien mehr oder weniger nach vorn (Fig. 130). Auch das Verhältnis der Breite zur Länge des Vierecks, schließlich das Verhältnis der Länge des Palatum proprium zu der des Palatum alveolare ist großer Schwankung unterworfen. Auch ist die vordere Grenze des Gebietes oft keine gerade, sondern eine leicht nach vorn konvexe Linie.

Im wesentlichen hängt die Höhe des Gaumens von der Länge und Stellung des Alveolargaumens respektive — weiter hinten — des Alveolarfortsatzes ab.

Zur Bestimmung der Gaumenwölbung dienen verschiedene Methoden und Instrumente, so zu Messungen am Lebenden die von Neugebauer (1896), Siebenmann (1896) und Alkan (1901) konstruierten

Apparate, zu Messungen am knöchernen Schädel der Bauersche[1] Palatometer. Bringt man die Gaumenhöhe in ein prozentuales Verhältnis zur Gaumenbreite (zwischen den zweiten Molaren gemessen), so erhält man den Gaumenhöhenindex $\left\{\frac{\text{Gaumenhöhe} \times 100}{\text{Gaumenbreite}}\right\}$, nach dessen Betrag der Gaumen als chamästaphylin (niedergaumig bis 27·9), orthostaphylin (mittelhochgaumig 28·0—39·9) oder hypsistaphylin (hochgaumig von 40·0 an) gekennzeichnet wird. Ein Rassenzusammenhang ließ sich in betreff der Gaumenwölbung bisher nicht nachweisen. Der Gaumenhöhenindex beträgt bei Schweizern (nach Bauer) im Mittel 31·3, bei Papuas 32·6, bei Chinesen 35·0, bei Malayen 36·7 usw.



Fig. 130.

Gaumen; das von den punktierten Linien umfaßte Gebiet ist das Gaumenviereck, Palatum proprium.

Über die Entstehungsursache des »hohen Gaumens« sind die Ansichten geteilt. Gewöhnlich ist diese Gaumenform mit einer Verengerung der Nasenhöhle vergesellschaftet, und manche erblicken in der durch die Nasenstenose oder beim Kinde durch eine Hyperplasie der Rachentonsille veranlaßten Mundatmung die Ursache zur Entstehung des hohen Gaumens. Nach der Kompressionshypothese von Tomas (1873) und Körner (1891) soll es sich hierbei um eine Druckwirkung von seiten der infolge des stets offen gehaltenen Mundes gespannten Wangenmuskulatur handeln, während die Hypothese C. Michels (1878) von dem nicht gerade plausiblen Gedanken ausgeht, daß bei offen gehaltenem Munde der eindringende Luftstrom hauptsächlich den Gaumen trifft und ihn so nach und nach nach oben drängt. Mit der Körnerschen Ansicht hat einige Ähnlichkeit die Theorie von Kantorovicz (1916), die die Kieferdeformation beim Mundatmen ebenfalls auf den Druck der sich im Schlafe bei jeder Inspiration ventilartig den Alveolarbogen anschließenden Lippen zurückführt. Nach der Wustrowschen

[1] M. Bauer, Beiträge zur anthropologischen Untersuchung des harten Gaumens. Archiv für Anthropologie Neue Folge Bd. II, 1904, S. 159.

Theorie (1917) sind es die exspiratorischen Druckunterschiede zwischen Nasen- und Mundhöhle, die, auf den Gaumen einwirkend, die Deformation herbeiführen. Einen anderen Weg hat Landsberger[1] (1912) in seinem Erklärungsversuch beschritten. Er sucht den Grund des hohen Gaumens in einer anormal nach unten gelagerten Zahnenlage. Normal bilden sich die Zähne in der Höhe des Nasenbodens und wachsen zentrifugal schief nach unten und außen. Mit dem Wachstum des Zahnes entwickelt sich um den Zahn neue Knochenmasse; so komme unter Führung des Zahnes der Alveolarfortsatz zustande. Landsberger glaubt dies durch Tierexperimente (Wegräumung der fazialen Wand des Oberkiefers beim jungen Tier) festgestellt zu haben. Abnormerweise bilde sich nun manchmal die Zahnleiste statt oberhalb des Gaumens unterhalb desselben. Die Folge davon sei eine starke Verlängerung des Processus alveolaris mit tief unterhalb des Nasenbodens gelegenen Wurzelspitzen. Es handle sich demnach nicht so sehr um einen hohen Gaumen als vielmehr um einen nach unten verlängerten Alveolarfortsatz. Die Landsbergersche Theorie ist von Sicher[2] (1914) — wie uns scheint mit guten Gründen — angegriffen worden.

Auch uns scheinen die Ursachen der Anomalie keine entwicklungsgeschichtlichen oder pathologischen Zufälligkeiten zu sein, wie es alle die angeführten Hypothesen voraussetzen, sondern tiefer zu liegen; sie dürften wohl, wie alle derartigen Entwicklungsdystrophien, in Konstitutionsanomalien oder in Dyshormosen — mangelhafter Wirkungsweise endokriner Drüsen — ihre Ursache haben.

XII. Die Alveolen.

Die Alveolen oder Zahnfächer nehmen die Wurzeln der Zähne in sich auf. Die Zahnwurzel füllt die Alveole nicht vollständig aus; zwischen beide schaltet sich noch eine sehr schmale bindegewebige Lage, die Wurzelhaut, ein, die sich besonders an der Spitze zu einem die in den Zahn tretenden Gefäße und Nerven umhüllenden kleinen Polster verdickt. Die Wurzelhaut geht durch die Mazeration oder bei fossilen Schädeln durch Fäulnis zugrunde, der Zahn wird dadurch locker in seinem Zahnfach, fällt auch leicht aus dem Schädel heraus, was besonders für die einwurzeligen Zähne und die Mahlzähne mit kegelförmig verschmolzenen Wurzeln gilt; die mehrwurzeligen Zähne sitzen zwar wacklig in ihren Fächern, halten aber dennoch fest, so daß sie nur durch Herausmeißeln aus ihren Alveolen entfernt werden können.

---

[1] R. Landsberger, Der hohe Gaumen. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Jahrg. 1912, S. 248.

[2] H. Sicher, Bemerkungen zu der Arbeit R. Landsbergers: »Der hohe Gaumen« Zeitschrift für angewandte Anatomie und Konstitutionslehre Bd. I, 1914, S. 245.

Weite, Form und Tiefe der Alveolen richtet sich natürlich nach der entsprechenden Wurzel. Die Mündung und der erste Teil der Alveole ist

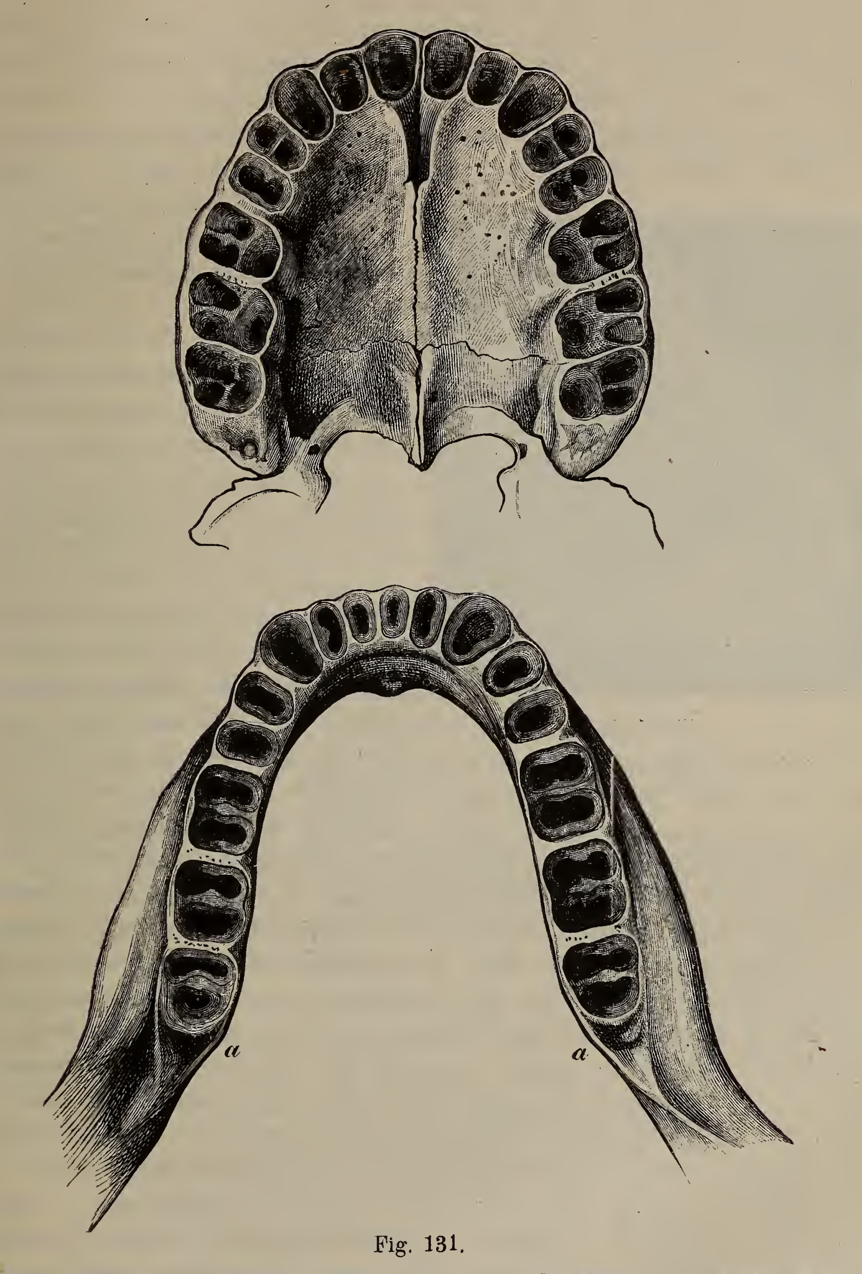


Fig. 131.

Alveolen des Ober- und des Unterkiefers, leicht schematisiert. a = Übergangsstelle des Alveolarfortsatzes in den Processus coronoideus, mit deutlich markiertem Trigonum postmolare. Nach Zuckerkandl.

immer einheitlich, bei den mehrwurzeligen Zähnen zerfallen die tieferen Teile durch die Wurzelscheidewand (Septa interradicularia) in eine entsprechende Zahl von Unterabteilungen, »Filialalveolen«. Den Längsfurchen an der Oberfläche der Wurzel entsprechen leistenartige oder wulstförmige Vorsprünge der inneren Alveolenwand. Die Scheidewände zwischen den einzelnen Zahnfächern heißen Septa interalveolaria.

Es scheint uns überflüssig, die Form der einzelnen Alveolen zu schildern, sie sind ja Negative der Zahnwurzeln, und es mag ein Hinweis auf die Beschreibung der Wurzelanteile der einzelnen Zähne und auf die Zuckerkandlsche Fig. 131 genügen.



Fig. 132.
Alveole des oberen Weisheitszahnes mit Poren an der mesialen Wand.

Blickt man in die leere Alveole hinein und ergänzt man diese Anschauung noch durch die Betrachtung von Durchschnitten des Alveolarfortsatzes, so erkennt man, daß ihre innere Wandung durch eine ganz dünne Lage kompakter Knochensubstanz gebildet wird. An den Durchschnitten erscheint diese als schmale saumförmige Grenzlinie der Spongiosa. Die Charakterisierung dieser die Zahnwurzel hülsen- oder tütenartig umgebenden Lamelle als kompakt muß aber insofern eine gewisse Einschränkung erfahren, als hervorgehoben werden muß, daß sie zahlreiche punktförmige Öffnungen, Cribra alveolaria, erkennen läßt, ja an manchen Schädeln geradezu von siebartigem Aussehen ist (Fig. 132). Diese Öffnungen sind aber niemals gleichmäßig über die ganze innere Fläche der Alveole verteilt. Zunächst sind sie zahlreicher an den Interalveolar- und Interradikularscheidewänden als an der fazialen und lingualen Alveolenwand. Was die letzteren Wandungen betrifft, so müssen wir zwischen den Antemolaren einerseits und den Molaren anderseits unterscheiden. Bei den ersteren findet man im Ober- wie im Unterkiefer die Zungenseite der Alveole fast aller Öffnungen bar, dagegen weist die vestibulare Seite im unmittelbaren Anschluß an den freien Rand eine etwa 2 *mm* breite Zone auf, die durch Poren — man kann deren oft 20 bis 25 zählen — durchsetzt ist; ein Teil davon dringt durch den Knochen ganz hindurch. Oft ist das Porengebiet nach der Alveolentiefe ziemlich scharf in einer Querlinie begrenzt. Es entspricht dieses

Porengebiet einer leicht verstärkten Randzone der vestibularen Alveolenwand. Weiter nach dem Grunde der Alveole zu wird die Wandung lückenlos, glatt. An der tiefsten Stelle, dem Fundus der Alveole, erkennen wir dann wieder eine Anzahl von punktförmigen Öffnungen, darunter oft auch einige etwas größere für den Eintritt der Zahngefäße und Zahnnerven. Bei den Alveolen der Mahlzähne verhält sich die Sache umgekehrt: hier erscheint die vestibulare Alveolenwand weitaus ärmer an Lücken, auf der Zungenseite dagegen finden wir die Alveolenwand stets mit feinen, dicht gedrängten Poren übersät, und zwar bei den Unterzähnen nur im Randgebiet, bei den oberen Molaren zumeist gleichmäßig bis zum Grunde der Alveole.

Die beschriebenen Cribra alveolaria dienen teilweise, gleich den Löchern am Fundus, Nerven und Gefäßen der Wurzelhaut zum Durchtritt, teilweise gehen wohl Bindegewebsbündel hindurch, die die Wurzelhaut mit dem Bindegewebe der spongiösen Räume und der Beinhaut an der äußeren und inneren Oberfläche des Alveolarfortsatzes in Verbindung setzen und dadurch sowie vermöge der von der Wurzelhaut in das Zement eindringenden Sharpeyschen Fasern den Zahn in der Alveole befestigen. Da diese Poren beziehungsweise die sie erfüllenden Bindegewebsbündel die Wege sind, auf denen bei der Lokalanästhesierung der Zähne die Injektionsflüssigkeit in die Wurzelhaut und weiterhin durch Diffusion auf dem Wege des Foramen apicale in die Pulpa eindringt, so müßte man aus der geschilderten Anordnung der Poren für das praktische Vorgehen den Schluß ziehen, daß man die Injektion bei den Vorderzähnen und Prämolaren von der vestibularen Seite her, und zwar in der Nähe des Alveolenrandes, bei den Mahlzähnen vielleicht eher von der lingualen Seite her vorzunehmen habe.

Der freie Rand der Alveolen ist auf beiden Seiten leicht halbmondförmig ausgeschweift, wodurch der Limbus alveolaris in seiner Gesamtheit eine girlandenförmige Linie bildet. Auf der Zungenseite sind die Ausschnitte schwächer als vestibular, an den Molarzähnen schwächer als an den Vorderzähnen. Die Alveolenscheidewände bilden vestibulo-lingual verlaufende Kämme zwischen den Zahnhälsen; sie sind, von der Eingangsebene der Alveolen betrachtet, von bikonkaver Form, vestibular und lingual breiter, in der Mitte verschmälert; dabei zeigt ihr Kamm bei den Frontzähnen und Backenzähnen einen gegen die Kauebene konvexen, zwischen den Mahlzähnen einen geradlinigen Verlauf. Die kammartige Erhöhung der Septen ist viel stärker an den Frontzähnen als weiter hinten, an ersteren drängen sich diese bei der Betrachtung von außen oder innen als dreieckige Zwickel zwischen die Zahnhälse, während sie im Gebiet der Molaren nur sanft gewölbt oder flach die Zahnhälse miteinander verbinden. Jenseits des Weisheitszahnes bildet im Oberkiefer der Alveolarfortsatz einen von Schleimhaut bekleideten stumpfen, abgerundeten Wulst, das Tuber retromolare, während

im Unterkiefer das auf S. 38 beschriebene Trigonum postmolare folgt. Die aus kompakter Lamelle bestehenden Wurzelscheiden treten in ein bestimmtes topographisches Verhältnis zu der oberflächlichen kompakten Knochenrinde, der »Corticalis« des Alveolarfortsatzes, und zu der zwischen den beiden Kortikallamellen, der fazialen und der lingualen, eingeschlossenen markhaltigen schwammigen Knochensubstanz (Fig. 133). Die Zahnscheidewände sind bis zum freien Rand durch spongiöse Substanz, die durch longitudinale Gefäßkanäle durchsetzt ist, ausgefüllt. Auf einem Flächenschnitt der Kieferteile erscheinen sie als mit der Spitze gegen den Alveolarrand gekehrte dreieckige Gebiete infolge der apikalwärts erfolgenden Verjüngung und dadurch bedingten Divergenz der Wurzeln. Dasselbe gilt für die Interradikularscheidewände. Doch sind diese Dreiecke von verschiedener Breite und Gestalt, wohl auch von Fall zu Fall wechselnd, je nach der dichteren oder lockereren Anordnung der Zahnwurzeln, ferner je nach der Stellung der einzelnen Wurzeln zueinander. Manchmal erscheint die Scheidewand auf dem Durchschnitt nicht als Dreieck, sondern als dünne kompakte Lamelle ohne Spongiosaeinschluß.





Fig. 133.
Sagittalschnitte durch die Alveolarfortsätze beider Kiefer. Man übersieht das Verhalten der Alveolen zu den Zahn- und den Wurzelscheidewänden, zur Kieferspongiosa und zur Highmorshöhle. Nach Zuckerkandl.

Ein anderes Verhalten zeigt die vestibulare und linguale Alveolenwand. Betrachten wir zuerst die Verhältnisse im Oberkiefer, wobei wir uns neben unseren eigenen Erfahrungen auch auf die lehrreichen Lichtbilder von

sagittalen Durchschnitten stützen, die Loos[1] veröffentlicht hat. Die vestibulare Wand der Alveolen besteht aus einer dünnen einheitlichen Lamelle. Die Wurzeln buchten hier die Knochenwand in Form der Juga alveolaria hervor, am stärksten die des Eckzahnes. Am dünnsten ist die Wand längs der gewölbtesten Stelle der Vorbuchtung; von der Alveolenseite her bei durchfallendem Licht betrachtet erscheint sie hier ganz durchscheinend. Bei den Schneide-, Eck- und Backenzähnen erkennt man dabei auch, daß der Knochen entsprechend einer schmalen Zone am freien Rand eine mäßige Verstärkung erfährt: man sieht hier bei durchfallendem Licht einen dunkleren Randstreifen. Es ist dies dieselbe Zone, die sich auch durch Porosität auszeichnet. Diese Verdickung des Alveolarsaumes hat zuerst Wolf (1899) als Lunula beschrieben. Der Zahn erhält durch diesen kompakten Ring eine kräftige Stütze. Weiter gegen die Wurzelspitze zu wird der Knochen ganz glatt und ganz dünn; es hat den Anschein, als ob hier eine Spongiosa gar nicht bestehen, als ob die Kiefercorticalis mit der Alveolenscheide zu einer einheitlichen dünnen Platte zusammenfließen würde. Schon eine ganz geringe Verletzung des Knochens muß hier die Wurzel bloßlegen. Erst kurz vor der Wurzelspitze lagert sich eine schmale Schicht spongiöser Substanz zwischen die Wurzelscheide und die Corticalis; die Spitze selbst ist schon allseits von schwammiger Substanz umgeben. Bei den Mahlzähnen ist die dünne Partie der bukkalen Alveolenwand bedeutend niedriger, da die faziale Knochenwand schon in mittlerer Wurzelhöhe in der Richtung nach vorn ablenkt, um in das sich vorbuchtende Jochbein überzugehen; deshalb treten hier auch die Juga alveolaria weniger hervor.

Auf der Zungenseite besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Verhalten der Alveolen der Vorder- und Hinterzähne; die Grenze bildet der Eckzahn. Die Differenz ist in dem verschiedenen Übergang des Alveolarfortsatzes in den harten Gaumen begründet. Bei den Vorderzähnen (Fig. 134 u. 135) lassen sich diese beiden überhaupt nicht scharf gegeneinander abgrenzen; die Oberfläche des Knochens wendet sich nach kurzem Anschluß an die Zahnwurzel schräg nach hinten und oben, um unmerklich in den retroalveolaren Teil des Gaumens überzugehen. Vom Eckzahn an nimmt die Alveolenwand eine steilere, schließlich eine ganz senkrechte Stellung an, wodurch es zu einer deutlichen Abgrenzung des Alveolarfortsatzes gegen den harten Gaumen kommt. Demgemäß wird die linguale Alveolenwand hier schon fast ihrer ganzen Höhe nach durch ein verhältnismäßig dünnes Knochenblatt gebildet, das noch dazu durch zahlreiche Poren durchsetzt ist; allerdings ist das Blatt nicht so dünn wie die vestibulare Wand der Alveolen der Vorderzähne, auch ist es von ziemlich rauher Oberfläche, enthält auch wohl etwas

[1] R. Loos, Bau und Topographie des Alveolenfortsatzes im Oberkiefer. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. XIV, 1900, S. 414.

Spongiosa, ist aber immer noch durchscheinend. Man kann die Verhältnisse kurz so charakterisieren, daß bei den Vorderzähnen und Backenzähnen die vestibulare Alveolenwand, bei den Mahlzähnen die innere die schwächere und porösere ist. Juga alveolaria treten an der lingualen Seite kaum hervor, oder es sind nur leichte Andeutungen solcher entsprechend den Molaren wahrzunehmen.



Fig. 134.

Bei den Schneidezähnen, dem Eckzahn und den Backenzähnen bieten sagittale Durchschnitte der Zahnregion und des Gaumens ein sehr lehrreiches



Fig. 135.



Fig. 136.

Fig. 134—136. Sagittale Sägeschnitte aus dem Alveolarteil des Oberkiefers, nach Loos. Fig. 134 = medialer Schneidezahn; Fig. 135 = Eckzahn; Fig. 136 = zweiter Molar.

Bild (Fig. 134—136). Man sieht auf der Zungenseite das baldige schiefe, nach hinten-oben gerichtete Ablenken der der Mundhöhle zugekehrten Rand-

compacta des Knochens von der Wurzel weg, unter Bildung eines spitzen Winkels mit der kompakten Wurzelscheide; eine eigentliche Alveolenwand besteht nur in einem ganz niedrigen, einige Millimeter betragenden Gebiet am Alveolenrand. Der Übergang in das Palatum proprium erfolgt je nach der verschiedenen Höhe des Gaumens bald unter leichter Wölbung oder stumpfwinkliger Knickung, in selteneren Fällen annähernd geradlinig, flach. Die Zahnwurzeln lehnen sich palatinal mit Vermittlung der Wurzelscheide an ein breites Lager spongiöser Substanz; es ist dies der in pathologischer Hinsicht wichtige Raum, den Zuckerkandl als retroalveolaren Spongiosaraum bezeichnet hat. Auf dem sagittalen Durchschnitt erscheint er dreieckig; die obere Wand des ungleichseitigen Dreiecks wird durch die kompakte Bodenplatte der Nasenhöhle gebildet, seine vordere Wand durch die Wurzelscheide bezw. zwischen und über den Zähnen durch die faziale Wand des Alveolarfortsatzes. Das Dreieck zieht sich nach hinten über den Knickungswinkel hinaus in eine lange Spitze aus, die gewöhnlich bis zu der queren Gaumennaht reicht, manchmal aber sich noch darüber hinaus in die wagrechte Gaumenplatte erstreckt. Die Spongiosa hat im vorderen Gebiet des Dreiecks eine sehr charakteristische Architektur; am auffallendsten treten in ihr derbe Knochenbalken hervor, die schief nach vorn-unten in gleicher Richtung wie der Canalis incisivus angeordnet sind. In diesem Raum spielen sich hauptsächlich die Vorgänge ab, die durch septische Infektion von seiten der gangränösen Wurzel der oberen Frontzähne verursacht werden. Der Raum spielt hier eine ähnliche Rolle wie die Spongiosa des Warzenfortsatzes bei der Mittelohrentzündung (Mayrhofer). In diesem Raum pflegt auch, allerdings schon etwas mehr seitlich, der retinierte Eckzahn verborgen zu sein. Fig. 137 zeigt diesen Raum schräg der Fläche nach mit dem oralen Knochenblatt parallel durchschnitten; zufällig fanden sich im Präparat beide retinierte Eckzähne, die genau der Länge nach getroffen sind. Der Raum wechselt sehr in seiner Ausdehnung, besonders der Höhe nach, je nachdem der Nasenboden hoch oder niedrig über dem Alveolarfortsatz steht. In querer

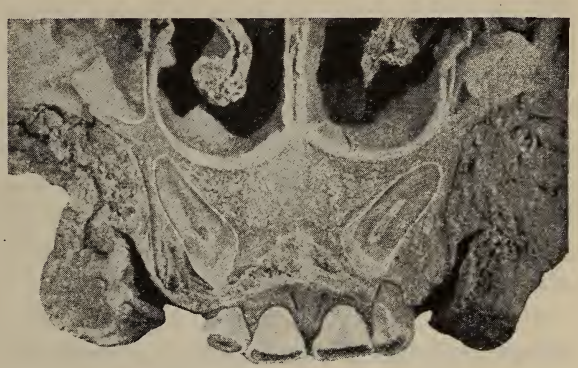


Fig. 137.
Aus einem etwas schief nach hinten geneigten Frontalschnitt des Kopfes. Palatinale Retention der beiden Eckzähne; beide sind zufälligerweise im Schnitt der Länge nach getroffen. Zwischen ihnen breitet sich der retroalveolare Spongiosaraum aus.

Richtung wechselt besonders die Beziehung des kleinen Schneidezahnes zur Nasenhöhle. Ist letztere schmal, so kann dieser Zahn schon außerhalb ihres Bereiches liegen; in solchen Fällen erscheint dann kompensatorisch der lateral vom Nasenboden gelegene Abschnitt des Spongiosaraumes breiter.

Im Bereich des Eckzahnes und des ersten Prämolars fehlt der obere Abschluß des Spongiosaraumes durch die Bodenplatte der Nasenhöhle. Hier ragt die Zahnwurzel in das nach oben nicht scharf begrenzte Lager schwammiger markhaltiger Knochensubstanz, das sich im Raum zwischen der fazialen Wand des Oberkieferkörpers, dem untersten und vordersten Teil der Nasenhöhle und der Kieferhöhle ausbreitet (Fig. 133). Dieses Spongiosalager schiebt sich unterhalb und auch etwas vor der Kieferhöhle lateralwärts fort (subantrale und präantrale Spongiosa), und in dieses Lager ragen die Wurzelspitzen des zweiten Prämolars und der Mahlzähne hinein, von der Bodenplatte der Kieferhöhle durch eine verschieden breite schwammige Zwischenschicht, oft aber nur durch ein dünnes Knochenblatt ohne Spongiosa getrennt (Fig. 136). Ist eine sogenannte Alveolarbucht des Antrum Highmori vorhanden, so kann auch die Alveolenkuppe des ersten Bicuspis in ein nahes Verhältnis zum Boden des Antrums gelangen, während sie normal durch eine mehr als einen Zentimeter betragende Spongiosaschicht von ihr geschieden ist. Auch der präantrale Spongiosaraum wechselt in seiner senkrechten Ausdehnung, je nach der Dicke der fazialen Kieferwand; oft hört der Raum schon in der Höhe der Wurzelspitzen auf infolge der Verdünnung des Knochens am Boden der Fossa canina.

Im Unterkiefer ist bis zum ersten Molar die vestibulare Wand der Alveole die schwächere. Sie stellt sich als einheitliche dünne Lamelle dar, die sich der vorderen Wurzelfläche bis nahe zum Gebiet der Spitze anschmiegt; erst unweit von der Spitze wendet sich die Oberfläche des Knochens nach vorn, womit eine Auflagerung von spongiöser Substanz auf das Endstück der Wurzel, richtiger die Wurzelscheide, einhergeht. Das Randgebiet der Alveole ist auch hier vestibular etwas verdickt und zugleich porös. Die vordere Wand ist von der leeren Alveole her betrachtet ziemlich durchscheinend, sie spannt sich wie eine Schwimmhaut flach zwischen den Interalveolarscheidewänden aus. Die Juga alveolaria sind hier schwach entwickelt, am kräftigsten ist noch das Jugum des Eckzahnes. An der Zungenseite ist die Alveolenwand stärker, die dünne Partie, die hier bei den Schneidezähnen oft auch leicht jugumartig hervortritt, erscheint kürzer, die Oberfläche des Knochens lenkt bald etwas zungenwärts ab. Die sagittalen Durchschnitte zeigen, daß die Frontzähne etwas unsymmetrisch in den spongiösen Zwischenraum zwischen den beiden Randplatten des Unterkiefers eingefügt sind, sie sitzen mit der Wurzel viel mehr der fazialen Wand genähert. Viel stärker noch als bei den Schneidezähnen und dem Eckzahn

ist das schräge Zurücktreten der lingualen Kieferplatte bei den Prämolaren, im Zusammenhang mit der Ausbildung der Linea mylohyoidea. Hier finden wir schon eine breite Auflagerung von schwammiger und auf der Oberfläche von kompakter Knochensubstanz auf die Zahnwurzel, und der Unterschied in der Stärke der fazialen und lingualen Alveolenwand wird zu einem ausgesprochenen.

Bei den Molaren ändert sich das Bild. Der Alveolarbogen folgt nicht der Krümmung des Unterkieferkörpers, sondern lenkt mit seinen Seitenschenkeln in der Richtung vom ersten zum dritten Molarzahn mehr nach innen. Die Folge davon ist, daß die kräftigen Molarwurzeln die innere Kieferwand erkerartig vorbuchten; am stärksten ist die Vorbuchtung am dritten Molar, hinter diesem Zahn folgt dann, besonders bei der Betrachtung von oben sichtbar, ein jäher Abfall der inneren Konturlinie nach dem Unterkieferast hin. Das Massiv des Unterkieferkörpers gelangt hierdurch zum Teil vor die Alveolen der Mahlzähne, die dünne Partie der fazialen Alveolenwand wird vom ersten zum dritten Molar allmählich niedriger, die Wurzeln finden an der fazialen Seite schon eine mächtige Stütze an der Kieferspongiosa und der äußeren Randplatte, beim dritten Molar kommt noch als weitere Verstärkung die sich vorschiebende Kulisse der Linea obliqua externa hinzu. Dagegen ist die linguale Alveolenwand im Verhältnis dazu schwach zu nennen, wenngleich sie bis zum Rand hinauf spongiöse Substanz zwischen ihren schmalen Randlamellen beherbergt. Eine Verstärkung erfährt sie nur am Limbus alveolaris, längs dem sich, ebenso wie am bukkalen Alveolarrand, eine saumförmige Verdickung hinzieht, ferner etwas weiter unten entsprechend der Linea mylohyoidea. Der Boden der Alveole des Weisheitszahnes ist manchmal ganz dünn und durchscheinend, da diese Stelle schon der unteren Fläche der erkerartig vorspringenden Molarregion angehört. Wurzelabszesse und Wurzelgranulome werden wohl in solchen Fällen besonders leicht den Knochen durchbrechen oder usurieren können.

Hier möchte ich noch die Foraminula interalveolaria Bertellis erwähnen. Es sind das punktförmige Öffnungen, je eine auf jeder Seite, an der Zungenfläche des unteren Alveolarfortsatzes dicht unter dem Limbus, entsprechend der Scheidewand zwischen medialem und lateralem Schneidezahn. Die kleinen Öffnungen, durch die zarte Äste der Arteria sublingualis in den Knochen eindringen, sind gewissen Schwankungen unterworfen, sie können kaum sichtbar sein, manchmal fehlt auch das eine oder andere Foramen oder ist im Gegenteil doppelt, im ganzen aber handelt es sich um typische Bildungen. Bei Atrophie des Knochens infolge Zahnverlustes rücken die Öffnungen auf den oberen Rand des verbleibenden Unterkieferkörpers.

Über die Spongiosaarchitektur des Alveolarfortsatzes finden wir mehrere zerstreute Angaben und eine zusammenhängende Darstellung in der Literatur.

In den ersteren[1] wird gewöhnlich angegeben, daß die Balken der Spongiosa radspeichenartig von der äußeren und inneren Randcompacta zur Wurzelscheide ziehen und diese wie senkrechte Stäbe oder Plättchen von den Seiten her stützen; in den interradikularen Scheidewänden ziehen sie von einer Wurzel quer zur anderen. Eine eingehendere Darstellung des Gegenstandes verdanken wir L. v. Davida[2], dessen Mitteilung auf sehr sorgfältigen Präparationen beruht. Allerdings beziehen sich die Angaben dieses Autors unmittelbar nur auf die Alveolen des Unterkiefers, doch wird man wohl nicht fehlgehen, wenn man deren prinzipiellen Teil auch für die Alveolen des Oberkiefers für maßgebend erachtet.

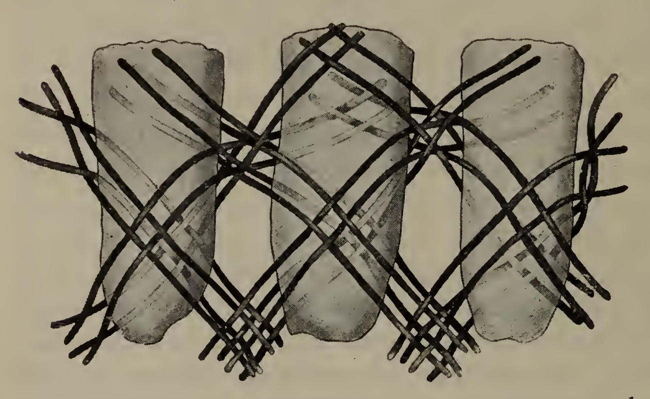


Fig. 138.
Schematische Darstellung des Trajektoriensystems der Alveolenwände im Unterkiefer. Nach L. v. Davida.

Das Trajektoriensystem des Alveolarteiles (Fig. 138) bildet nach v. Davida ein regelmäßiges Korbgeflecht, das an der inneren Oberfläche der Alveole freiliegt, mit Lücken zwischen den Stäben des Geflechts; daher die Porosität der Alveolenwand beim gesunden Zahn. Die Stäbe der Nachbaralveolen verschränken sich in gesetzmäßiger Weise. Man kann faziale und linguale Stäbe unterscheiden, welche Bezeichnung sich auf den unter dem Alveolarfortsatz befindlichen Ursprung der Stäbe bezieht. Die zum Alveolarfortsatz gehörigen Stäbe entspringen stets als seitliche Abzweigungen der vom Processus coronoideus in den Kieferkörper einstrahlenden Stäbe sowie der Trajektorien der Tuberositas mentalis. Man kann die fazialen wie die lingualen Stäbe weiterhin in mesiale und distale einteilen, wieder auf Grund des Verhaltens am Ursprung. Es besteht eine Kreuzung der Stäbe in jedem Sinne. Die lingual-distalen z. B. laufen in der lingualen Wand der Alveole schief nach dem Alveolarrand zu und zugleich proximalwärts, treten in das Interalveolarseptum und gelangen durch dieses auf die faziale Seite der nächstproximalen Alveole, auf der sie dann gegen den Alveolarrand und proximalwärts hinziehen;

[1] Siehe z. B. bei Triepel, Die trajektoriellen Strukturen. Wiesbaden 1908.

[2] L. v. Davida, Die Struktur des Unterkiefers. Festschrift für Prof. K. Lechner. Klausenburg 1915, S. 46 (ungarisch).

die lingual-mesialen dagegen laufen schräg nach oben-distalwärts in der lingualen Alveolarwand und gelangen durch das Alveolenseptum zur fazialen Seite der nächstdistalen Alveole. In umgekehrter Richtung, nämlich von der bukkalen zur lingualen Seite, aber sonst in ähnlicher Weise verlaufen die fazialen Stäbe. Es findet also eine Kreuzung der Bälkchen sowohl in mesio-distaler wie in bukko-lingualer Richtung statt. Bei den mehrwurzeligen Zähnen kompliziert sich das Bild; die Alveolen der einzelnen Filialwurzeln verhalten sich zueinander wie die Nachbaralveolen der einwurzeligen Zähne. Jenseits des Weisheitszahnes neigen sich die letzten sich distalwärts wendenden Stäbe gegenseitig zu und kreuzen sich innerhalb des Trigonum retromolare.

Die Tatsache, daß sich jedes Spongiosabälkchen an der Bildung zweier Alveolen beteiligt, scheint von praktischer Wichtigkeit. Nach der Extraktion eines Zahnes atrophieren die zu dessen Alveole gehörigen Stäbchen ihrer ganzen Länge nach, also auch in ihrer an der Nachbaralveole weiterlaufenden Fortsetzung; auch diese Alveole verliert also die Hälfte ihrer Stützbälkchen, woraus sich dann die mit der Zeit infolge dieser Atrophie eintretende Lageveränderung des Zahnes erklärt. Es ist meiner Ansicht nach bei dieser Darstellung nur eins bedenklich: werden die beiderseitigen Nachbarzähne eines Zahnes entfernt, so müßte demnach die Alveole des verbleibenden Zahnes schließlich ganz atrophieren und der Zahn unweigerlich herausfallen; dies pflegt aber bekanntlich nicht immer der Fall zu sein.

XIII. Die Weichgebilde des Zahnes und der Alveolen.

1. Die Zahnpulpa.

Der Hohlraum des Zahnes wird durch eine rötliche, weiche, blutgefäß- und nervenreiche Substanz, das Zahnmark oder den Zahnkeim (Pulpa dentis), ausgefüllt. Nur in den Molarzähnen läßt sich eine besondere Kronen- und Wurzelpulpa scharf unterscheiden. Das Zahnmark ist eigentlich die im Laufe der Entwicklung veränderte fetale Zahnpapille. Der Schwerpunkt ihrer Bedeutung liegt auf dem Gebiet der Bildung des Dentins in der fetalen sowohl wie in der postfetalen und adulten Periode (Bildung von Ersatzdentin), für die Ernährung und Erhaltung des Zahnes ist sie nicht von jener ausschlaggebenden Wichtigkeit, wie früher angenommen wurde, was ja schon aus dem tadellosen Erhaltungszustand der ihrer Pulpa schon vor langer Zeit verlustig gewordenen Zähne ersichtlich ist, nur darf man in dieser Beurteilung nicht bis zur völligen Negierung ihrer trophischen Rolle gehen, wie das geschehen ist.

Makroskopisch ist von der Pulpa nichts Besonderes zu melden, mikroskopisch verhält sie sich folgendermaßen. Sie besteht aus einem ziemlich

dichten regellosen Gewirr außerordentlich feiner, sich in allen Richtungen kreuzender Bindegewebsfibrillen und einer halbflüssigen Zwischensubstanz, die sich, aus der Pulpa herausgepreßt, durch ihre Fällung durch Essigsäure als muzinhaltig erweist. Die Fibrillen treten nirgends zu Bündeln zusammen; nur an den dickeren Gefäßen und Nerven zeigen sie die Tendenz einer parallelen Anordnung. Es ist dies ein seltenes Verhalten im Organismus, sonst finden wir überall, abgesehen von dem retikularen Bindegewebe der lymphoiden Gewebe und dem fibrillären Gerüstwerk einzelner parenchymatöser drüsiger Organe, wie Leber und Niere, daß sich die elementaren Fibrillen des Bindegewebes, die Desmofibrillen, vermöge einer Kittsubstanz zu höheren Einheiten, den kollagenen Bindegewebsfasern und -bündeln, zusammenschließen. Die Tatsache, daß hier die Bündelbildung unterbleibt, wirft ein helles Licht auf die Bedeutung und Bestimmung der Differenzierung der Faserbündel im Bindegewebe überhaupt. Die Pulpa ist durch ihren Einschluß in einen von Hartsubstanzen umgebenen Raum jeglicher Druck- und Zugwirkung entrückt, sie bedarf daher keiner mechanischen Strukturen, als welche demgemäß alle stärkeren Faszikelbildungen der Stützsubstanzen aufzufassen sind. Jene ältere Ansicht, die im Fibrillengeflecht der Pulpa ein Netzwerk anastomotischer Zellausläufer erblickte, hat sich als unrichtig erwiesen; die Fibrillen verhalten sich histologisch, besonders in färberischer Hinsicht, genau wie die leimgebenden Fibrillen anderwärts. Sie entwickeln sich wohl als Zellfortsätze, sind aber später vollkommen unabhängig sowohl von den Zellen wie voneinander. Daß die Pulpa, wie Röse (1893) und Zsigmondy seinerzeit nachgewiesen haben, auf Essigsäure nicht aufquillt und sich nicht auflöst gleich dem gewöhnlichen kollagenen Bindegewebe, sowie daß ihre Fibrillen nicht alle typischen Reaktionen leimgebender Fibrillen ausweisen, erklärt sich nach Studnicka und v. Korff daraus, daß sie in ihrer Entwicklung auf der chemischen Stufe der präkollagenen Fasern stehenbleiben. Sie sind auch deutlich positiv doppelbrechend, wie Bindegewebsfibrillen, während die Ausläufer der Bindegewebszellen keine Doppelbrechung zeigen (v. Ebner). Als weiterer Unterschied des Pulpagewebes gegen das gewöhnliche lockere oder interstitielle Bindegewebe kommt noch der physiologisch leicht verständliche völlige Mangel elastischer Fasern in Betracht.

An Zellenelementen finden wir in der Pulpa zuerst fixe Bindegewebszellen von Spindel- und Sternform, dann sporadische Wanderzellen, schließlich die von Waldeyer als Odontoblasten oder Elfenbeinzellen bezeichneten Elemente. Es sind das epitheloide, protoplasmareiche Bindegewebszellen von zylindrischer und prismatischer Gestalt und etwa 26 μ Höhe, die sich an der inneren Fläche des Dentins dicht gedrängt nach Art eines Zylinderepithels aneinanderreihen. Das Protoplasma der Zellen ist körnig-

streifig, der elliptische Kern sitzt stets in der der Pulpa zugekehrten basalen Hälfte der Zelle. Jede Zelle setzt sich nach dem Dentin hin in einen feinen protoplasmatischen Faden fort, der in einem Dentinkanälchen als Zahnfaser oder Tomessche Faser bis zur Schmelzgrenze verläuft. Daneben entsendet die Zelle noch kurze seitliche Ausläufer und einen längeren Basalfortsatz, der sich in den inneren Teilen der Pulpa verliert. Die Odontoblasten beteiligen sich nur an der Bildung des Dentins, nicht des ganzen Zahnes — sie sollten daher richtiger Eburneoblasten oder, grammatikalisch unanfechtbarer, Elephoblasten[1] heißen —, doch ist das Maß und die Art dieser Beteiligung immer noch Gegenstand der Kontroverse. Während nämlich nach der alten, aber auch noch heute verschiedenerseits vertretenen Waldeyerschen Anschauung das Dentin in seiner Gesamtheit, mit Einschluß der Fibrillen und der Interfibrillarsubstanz, auf die Odontoblasten zurückzuführen ist, soll nach der v. Korffschen Lehre den Odontoblasten hauptsächlich nur die Aufgabe zufallen, durch ihre protoplasmatischen Fortsätze, die Tomesschen Fasern, das Unverkalktbleiben der durch diese Fortsätze ausgefüllten Ernährungskanäle des Zahnbeins zu sichern, daneben sind sie höchstens noch in einer späteren Phase an der Ausscheidung des interfibrillaren Anteiles der Grundsubstanz beteiligt. Die eigentliche Matrix des Dentins sind nach v. Korff nicht die Odontoblasten, sondern die Bindegewebsfibrillen der Pulpa.

Unter der Odontoblastenschicht findet sich eine zellenlose, nur aus einem Geflecht äußerst feiner Fibrillen bestehende Lage, die zuerst von Weil im Jahre 1888 (Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 6, S. 10) beschrieben wurde. Sie wurde von mancher Seite als Schrumpfungsprodukt in Acht und Bann erklärt, doch durch Walkhoff (1901) auf Grund sehr genauer Untersuchungen wieder rehabilitiert. Sie scheint aber nicht beständig zu sein; oft findet sich nach Ebner dicht unter den Odontoblasten eine zellenreiche Schicht.

Die Angabe von Cogue und Cavalié (Revue trimestr. suisse d'odontologie 1905, pag. 299), derzufolge sich in der Pulpa auch längs verlaufende, von den Blutgefäßen unabhängige glatte Muskelzellen finden sollen, harrt noch der Bestätigung. Eine Erklärung für deren Funktion ließe sich nicht leicht finden.

In der Beschreibung der Blutgefäßverteilung in der Zahnpulpa, eines vielbearbeiteten Themas, folgen wir der neuesten Darstellung Schweitzers[2]. Die Arteriae dentales teilen sich schon vor dem Zahn, so daß in das Fo-

---

[1] Von ἐλέφας, ὁ, Elfenbein.

[2] G. Schweitzer, Über die Lymphgefäße des Zahnfleisches und der Zähne beim Menschen und bei Säugetieren. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 74, 1909, S. 927.

ramen apicale nicht ein bis zwei, wie bis dahin angenommen wurde, sondern mehrere Stämmchen eintreten, die sich während ihres Verlaufes im Wurzelkanal noch weiter vermehren. Im Pulparaum laufen die Stämmchen hauptsächlich axial gegen die Pulpaspitze zu und geben unterwegs teils rechtwinklig (Hoehl), teils unter spitzem Winkel ihre Seitenäste ab, für deren Ursprungsweise und Verlauf das Prinzip maßgebend zu sein scheint, daß sie sich unter rechtem Winkel auf die Innenfläche des Dentins einstellen. Diese bilden dann unter stumpfwinkliger dichotomischer Teilung gegen die Oberfläche der Pulpa hin präkapillare Arterienbäumchen, die mit den benachbarten in kontinuierlicher Verbindung stehen, also keine Endarterien sind, um schließlich in der Odontoblastenschicht in ein regelmäßiges kapillares Netzwerk überzugehen, dessen polygonale oder rundliche Maschen stets eine größere Gruppe von Odontoblasten umfassen. Das Netz breitet sich nicht nur in einer Ebene aus, sondern ist dreidimensional, es hat auch eine gewisse Tiefe. Die daraus entstehenden Venen verhalten sich wie die Arterien, nur sammeln sie sich in zahlreichere und weitere Stämme als diese. Nach dem Austritt aus dem Foramen apicale setzen sich die stärksten Äste in die Venae dentales fort, die bei weitem größte Anzahl von meist weniger starken Gefäßen geht aber mit bogenförmiger Krümmung in die Venen des Periodontiums über, wie das de Saran (1880) nachgewiesen hat. Derselbe Autor zeigte auch zuerst, daß einzelne Venen schon innerhalb der Wurzelspitze vom Kanal abbiegen und durch besondere Kanälchen des Zements oder seltener schon des Dentins hindurch etwa 1 *mm* vor der Apikalöffnung an die Außenfläche der Wurzel gelangen, und zwar der Mehrzahl nach an der bukkalen und lingualen Seite des Zahnes, um sich mit den Gefäßen des Periodontiums zu verbinden. Der de Saransche Befund wurde von Schweitzer bestätigt. Merkwürdigerweise blieb diese ältere Angabe bei den in den letzten Jahren geführten Debatten über die Ramifikationen des Wurzelkanals unberücksichtigt, obgleich darin nicht nur schon eine Andeutung, sondern auch schon eine nähere Erklärung derselben gegeben ist.

Nach Lymphgefäßen wurde lange in der Pulpa gefahndet, doch zumeist mit völlig negativem Resultat, zum Teil mit wenig Vertrauen erweckendem positivem Ergebnis. Erst bei Schweitzer finden wir Angaben, denen wir mehr Vertrauen entgegenbringen dürfen, schon aus dem Grunde, weil die betreffenden Untersuchungen im Berliner Anatomischen Institut unter den Augen eines so vorzüglichen Kenners der Lymphgefäße, wie Bartels, angestellt worden sind. Es gelang Schweitzer, in der Kronenpulpa Spuren eines Lymphgefäßnetzes, in der Wurzelpulpa wenige weite Lymphgefäße nachzuweisen. Eine Verfolgung derselben über den Zahn hinaus gelang aber nicht, doch schließt der genannte Autor nach Analogie der in der Nähe der Wurzelspitzen vorbeiziehenden sonstigen Lymph-

gefäße, daß für die Lymphgefäße der Oberzähne der mittlere und laterale Submandibularknoten, für die der Unterzähne der Hauptknoten der tiefen Zervikalknoten am Zusammenfluß der V. facialis communis mit der inneren Jugularvene als regionärer Lymphknoten in Betracht komme.

Einen anderen Weg als Schweitzer, der sich der Injektionsmethode bediente, hatte schon 1897 Körner zum Nachweis der Lymphgefäße der Pulpa eingeschlagen. Bei Hunden brachte er auf die freigelegte Pulpa fein verteilten Farbstoff, verschloß die Kavität und tötete die Tiere nach zwei bis drei Tagen. Er konnte so Farbstoffteilchen im Wurzelkanal bis zur Spitze und in der Rindensubstanz der zugehörigen Lymphknoten nachweisen. Hier ist auch auf die ziemlich umfangreiche klinische Literatur über den Zusammenhang von Pulpitis und Lymphknotenschwellung hinzuweisen, die allerdings nicht der Widersprüche ermangelt. Während nämlich die meisten Autoren (Odenthal, Stark u. a.) diesen Zusammenhang bejahen, steht Partsch (1903) auf dem Standpunkt, daß eine Pulpitis an sich keine Drüsenschwellung hervorrufen könne, sondern daß eine solche immer nur dann bestehe, wenn zugleich eine Entzündung der Wurzelhaut vorliegt. Übrigens würde dieser Tatbestand die Gegenwart von Lymphgefäßen im Zahninnern immer noch nicht ausschließen, denn es ist naheliegend, daß durch die Schwellung der entzündeten Wurzelpulpa die Lymphgefäße im engen Wurzelkanal sehr bald komprimiert werden, wodurch ein Fortschreiten des Entzündungserregers zu den Lymphknoten verhindert wird.

Die Nerven der Pulpa sind seit Bolls Mitteilung aus dem Jahre 1868 fast unausgesetzt bis auf unsere Tage Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Wir wollen uns in der folgenden Darstellung der Führung des letzten Autors, Dependorfs[1], anvertrauen. Fünf bis sechs, je aus mehreren markhaltigen Nervenfasern bestehende Bündelchen betreten das Foramen apicale und laufen mit den Gefäßen im Wurzelkanal zur Kronenpulpa. Schon im Kanal kommt es zu einer geringen geflechtartigen Vermischung der Abzweigungen der einzelnen Bündel. Im Kronenraum nehmen die starken Bündel die Achse der Pulpa ein. Schwächere, aber immer noch markhaltige Äste lösen sich kelchartig divergierend von den Bündeln ab, um zur Peripherie der Pulpa auszustrahlen. Durch ihre durcheinander gewirrten baumförmigen Verästlungen kommt ein grobmaschiges Geflecht zustande, das sich zuletzt in der intermediären oder Weilschen Zone und weiter in der Odontoblastenschicht zu einem etwas engeren, aber immer noch verhältnismäßig weiten, schon aus marklosen Fasern bestehenden Plexus auflöst. An der Grenze des Dentins schlagen einzelne Nervenfasern eine tangentiale Richtung ein (Rygge). Auch einzelne markhaltige Fasern gelangen noch

[1] Dependorf, Beiträge zur Kenntnis der Innervierung der menschlichen Zahnpulpa und des Dentins. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 31, 1913, S. 689.

in die Odontoblastenschicht und die darüber gelegene »dentinogene Substanz«. Es sind das jene Fasern, deren weitere marklose Strecken nach Dependorf in das Dentin eindringen. Damit gelangen wir zu einer vieldiskutierten Frage der Zahnhistologie. Treten die Nervenfasern der Pulpa auch in die Dentinsubstanz ein oder endigen sie an deren innerer Grenze, wie es Boll, Retzius, Huber, Rygge u. a. angegeben hatten? Aus neueren Untersuchungen scheint es mit Sicherheit hervorzugehen, daß einzelne Nervenfasern auch in das Dentin ihren Weg finden. Namentlich sind hier die sehr bestimmt lautenden Angaben von Dependorf und Fritsch[1] anzuführen, die durch die Anwendung der modernsten Untersuchungsmethoden zum Nachweis von Nervenfasern (Bielschowskysche Methode) sowie durch die für den Kenner der Nervenhistologie sehr überzeugenden Abbildungen Vertrauen erwecken. Dependorf zeichnet einzelne sehr zarte Nervenfasern[2] im Dentin, die in dessen Grundsubstanz zwischen den Dentinröhrchen verlaufen und unter sehr unregelmäßigen Windungen und wiederholten Teilungen ab und zu bis zur Schmelz- beziehungsweise Zementgrenze zu verfolgen sind, wo sie mit freien Spitzen endigen. Ihre Gegenwart im harten Dentingewebe läßt sich meiner Meinung nach in der Weise erklären, daß sie im Stadium der noch unverkalkten Dentinanlage in diese von den Nerven der Zahnpapille her hineinwachsen und dann bei der Verkalkung in von dieser verschont bleibenden Kanälen des Dentins erhalten bleiben. Doch gibt es daneben, wie besonders Fritsch gezeigt hat, auch noch Nervenfasern, die in die Dentinröhrchen eintreten und in ihnen die Tomesschen Fasern in ihrem Verlauf begleiten, in ähnlicher Weise wie die Kletterfasern der Kleinhirnrinde die Dendriten der Purkinjeschen Zellen. Weiteren Untersuchungen muß es vorbehalten bleiben, einerseits diese Befunde zu bestätigen, anderseits festzustellen, ob es sich hier wirklich um eine regelmäßige Innervation und nicht nur um eine sporadische Erscheinung, vergleichbar etwa den in den Schmelz eindringenden Dentinkanälchen, handelt. Es sei noch schließlich bemerkt, daß in allen Teilen der Pulpa freie Endspitzen der Nervenfasern nachzuweisen sind.

2. Die Wurzelhaut.

Die Wurzelhaut (Periodontium oder Periosteum alveolare[3] ist das blutgefäß- und nervenreiche bindegewebige Füllmaterial in der schmalen

[1] C. Fritsch, Untersuchungen über den Bau und die Innervierung des Dentins. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 84, 1914, S. 307.

[2] Dependorf spricht irrtümlicherweise immerfort von »Neurofibrillen«. Auch die feinsten Endzweige der Nervenfasern sind immer noch nicht Neurofibrillen, sondern Neuriten. »Neurofibrille« ist ein inneres Strukturdetail des Neuriten, das ebensowenig jemals selbständig werden kann wie eine Muskelfibrille.

[3] Pericementum, Membrana peridentalis, Membrana alveolo-dentalis.

Spalte zwischen der Oberfläche der Zahnwurzel und der Innenwand der Alveole. Am Eingang der Alveole hängt sie unmittelbar mit dem bindegewebigen Anteil des Zahnfleisches zusammen. Sie stellt eine einheitliche Schicht dar, die sich ebensogut als inneres Periost der Alveole wie als Periost der ihrem Baue nach dem Knochen nahestehenden Zementbekleidung der Zahnwurzel auffassen läßt, welche Doppelrolle auch in ihren beiden abwechselnd benutzten Bezeichnungen zum Ausdruck kommt; weder makroskopisch noch histologisch läßt sich eine Grenze zwischen beiden Anteilen feststellen. Die Wurzelhaut dient als Befestigungsmittel des Zahnes in der Alveole, räumt aber dabei dem Zahn eine gewisse passive Beweglichkeit ein, spielt in der Bildung und Erneuerung des Zements und der Alveolenwand eine Rolle, dient vermöge ihrer Blut- und Lymphgefäße zur Ernährung beider und ist durch ihren Nervenreichtum auch sozusagen das Tastorgan des Zahnes. Daß sich die an letzter Stelle erwähnte Funktion neben dem zervikalen Teil des Zahnfleisches hauptsächlich an das Periodontium knüpft, geht schon daraus hervor, daß wir die geringste Berührung des Zahnes auch an Zähnen mit abgetöteter Pulpa, wo also Pulpa und Dentinnerven nicht in Rechnung kommen, fühlen.

Die Wurzelhaut ist nicht überall von gleicher Dicke; sie ist dicker gegen den Hals zu und besonders an der Wurzelspitze. Sie baut sich aus derben, 4—10 μ dicken kollagenen Bindegewebsbündeln, den »Spannfasern«, und dazwischen aus zarterem formlosem Bindegewebe auf, ohne alle elastischen Fasern, ein auffallender Unterschied gegenüber dem gewöhnlichen Periost. Die Bindegewebsbündel treten als Sharpeysche Fasern sowohl in das Innere des Wurzelzements, das ja hauptsächlich aus solchen Fasern besteht, wie auch in die Knochensubstanz der Alveolenwandung und sichern durch diesen doppelten Übergang die feste Verbindung zwischen beiden. Besonders dringen sie auch in die zahlreichen Poren, die sich an der Innenwand der Alveolen finden, sie verbinden sich auf diesem Wege außer mit dem Knochen auch noch mit dem Knochenmark der Alveolarspongiosa und weiterhin durch die äußeren Poren des Knochens mit den tieferen Bindegewebsschichten des Zahnfleischüberzuges des Alveolarfortsatzes. Darin stellen sich uns die Wege dar, durch die bei der Lokalanästhesierung des Alveolarfortsatzes die Injektionsflüssigkeit zum Alveolarperiost und zu den durch die Öffnung der Wurzelspitze zur Pulpa ziehenden Nerven gelangt.

An Zellenelementen findet man im Periodontium fixe Bindegewebszellen, Wanderzellen, dann an der Oberfläche der Alveole und der Wurzel sporadisch Osteoblasten, die an letzterer Stelle Zementoblasten heißen, schließlich bei Zähnen, deren Wurzel in Resorption begriffen ist, neben einer reichlichen kleinzelligen Infiltration Riesenzellen, »Odontoklasten«, die wie

beim Knochen in Vertiefungen der Zementoberfläche, Howshipschen Lakunen, sitzen. Einen weiteren regelmäßigen Befund stellen in der Wurzelhaut zerstreute Epithelzellennester und -stränge dar, Überbleibsel der in der Entwicklung der Wurzel eine Rolle spielenden v. Brunnschen Epithelscheide, die in einem bestimmten Stadium der Entwicklung als Fortsetzung des epithelialen Schmelzorgans das Gebiet der späteren Wurzel umscheidet und sich später bis auf diese von Malassez als »Débris épithéliaux paradentaires« zuerst beschriebenen Epithelreste zurückbildet. Guido Fischer meint (Bau und Entwicklung der Mundhöhle S. 320), nach der Analogie der bei Tieren bestehenden Verhältnisse, daß diese scheinbar zerstreuten Epithelhaufen nur die durch sehr dünne Verbindungsstränge vereinigten Knotenpunkte eines epithelialen Netzwerkes bilden.



Fig. 139.

Ein Stück Alveolenwand (*Aw*), Wurzelhaut (*Wh*) und Zement (*Z*). *Sh* = Sharpeysche Fasern. *O* = Osteoblastenschicht. *Bl* = Blutgefäß. *Zbl* = Zementoblasten. Nach Kopsch.

Die Faserbündel des Periodontiums haben einen bestimmten Verlauf, der in funktioneller Hinsicht von Bedeutung ist. Die ersten grundlegenden Angaben darüber verdanken wir Kölliker. Von ihm stammt auch der Name Ligamentum circulare dentis für den Komplex der Fasern, die am Eingang des Peridentalraumes vom Alveolarrand zum Zahnhals gehen. Ihr Verlauf ist kein zirkularer, wie man aus dem Namen folgern könnte, — nur sporadisch finden sich solche Fasern —, sondern ein auf die Oberfläche des Zahnes senkrechter; bloß in ihrer Gesamtheit bilden sie ein ringförmiges Strahlenband, ähnlich der Zonula ciliaris der Augenlinse (Fig. 139). Die Faserbündel laufen dicht ge-

drängt und bilden zusammen gleichsam eine Verschlußhaut des Peridentalraumes, einen Verschluß, der allerdings kein vollkommener ist, indem er für das Übergreifen pathologischer Vorgänge vom Zahnfleisch auf das Wurzelperiost keine unüberwindlichen Schranken bildet[1].

Weiter gegen die Wurzelspitze zu wird der Verlauf der Faserbündel mehr und mehr ein schiefer in dem Sinne, daß sie mit ihrem dentalen

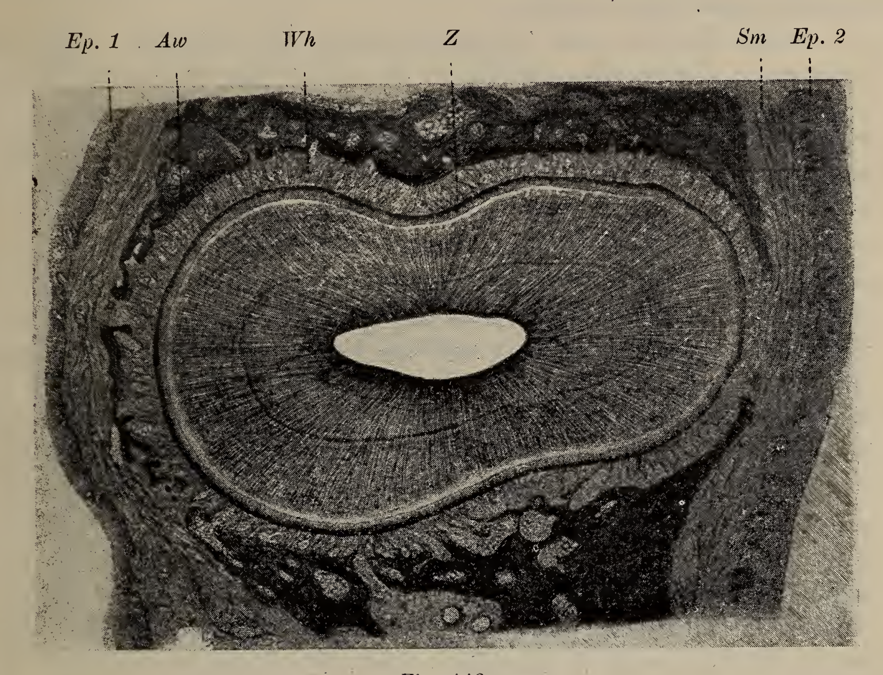


Fig. 140.

Querschnitt durch die Wurzel eines Eckzahnes, dicht unterhalb des Limbus alveolaris, samt Wurzelhaut, Alveole und Zahnfleisch. *Ep. 1* = **Epithel an der vestibularen Seite des Alveolarfortsatzes;** *Aw* = **Alveolarwand;** *Wh* = **Wurzelhaut, mit Ligamentum circulare dentis;** *Z* = **Zement an der Oberfläche der Wurzel;** *Sm* = **Submucosa des Zahnfleisches;** *Ep. 2* = **Epithel an der Innenseite des Alveolarfortsatzes. Nach Kopsch.**

Ende zunehmend zur Wurzelspitze näher liegen. Der Zahn ist gleichsam aufgehängt durch diese Fasern, sie verhindern ein zu tiefes Hineinsinken des beim Kauen niedergedrückten Zahnes in die Alveole. In der Nähe der Wurzelspitze wird die Richtung wieder mehr quer, und von der Wurzelspitze selbst ziehen die Faserzüge nach allen Richtungen, doch treten hier die derberen Bündel etwas zurück und werden mehr durch lockeres Bindegewebe ersetzt, das die in den Zahn eintretenden Gefäße und Nerven umhüllt. An Querschnitten der in ihrer Alveole steckenden Zahnwurzel (Fig. 140)

[1] W. Struck, Das Ligamentum circulare und seine Beziehungen zur Alveolarpyorrhöe. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 33, 1915, S. 59.

erkennt man, daß es außer den genau senkrecht zur Zementoberfläche ziehenden Fasern in großer Zahl auch schräg verlaufende gibt, die sich mit den anderen schief kreuzen, ähnlich den Trajektorienzügen der schwammigen Knochensubstanz. Das Querschnittbild weist manchmal eine wirbelförmige Anordnung eines Teiles der Faserbündel auf, die den Gedanken nahelegt, daß hier eine Hemmungsvorrichtung gegen eine passive Drehbewegung des Zahnes vorliegt.

Über das Blut- und Lymphgefäßsystem der Wurzelhaut liegen die eingehenden Untersuchungen Schweitzers vor[1]. Die Wurzelhaut ist sehr reich an Gefäßen, die von drei Seiten gespeist werden, von der in die Wurzelspitze eintretenden Arteria dentalis, von den Gefäßen des Zahnfleisches und von Gefäßen her, die direkt aus der Alveolenwandung in das Periodontium gelangen.

Die Hauptbezugsquelle ist die Alveolenwand, in der sich ein besonderes, für das Periodontium bestimmtes longitudinal verlaufendes und an das Periodontium senkrechte Äste abgebendes Gefäßsystem herausbildet, während die Verbindungen mit den zur Pulpa führenden Gefäßen sowie mit denen der Gingiva nur in zweiter Linie für die Blutversorgung der Wurzelhaut in Betracht kommen. Von Bedeutung für die Frage der »Wurzelkanalramifikationen« (siehe S. 109) ist der zuerst von de Saran[2] geführte, neuerdings von Schweitzer auf Grund seiner mikroskopischen Injektionspräparate bestätigte Nachweis, daß einzelne für die Wurzelhaut bestimmte Äste der Arteria dentalis erst im Bereich des Wurzelkanals, allerdings nahe zur Spitze, aus dieser entspringen, wobei sie natürlich, um zum Periodontium zu gelangen, die Zementkappe der Wurzelspitze und weiter kronenwärts auch das Dentin in besonderen Kanälen zu durchsetzen haben. Wir erhalten damit eine weitere Erklärung der »apikalen Ramifikationen« (siehe bei der Pulpa).

Eine besondere Eigentümlichkeit des Gefäßsystems der Wurzelhaut sind knäuelförmige, an die Nierenglomeruli erinnernde Bildungen der kapillaren Arterien, die zuerst von Wedl[3] 1881 beschrieben worden sind. Nach Schweitzer sind sie hauptsächlich an den Approximalflächen der Zähne einzeln und in Haufen anzutreffen. Es finden sich vielfache Übergänge zwischen einfachen Gefäßschlingen und ausgesprochenen Knäueln; nahe dem Ausgang der Alveole sowie in der Nähe der Wurzelspitze herrscht

[1] G. Schweitzer, Über die Lymphgefäße des Zahnfleisches und der Zähne beim Menschen und bei Säugetieren. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 74, 1909, S. 927.

[2] A. de Saran, Vaisseaux sanguins des racines dentaires. Gaz. médic. de Paris 1880, S. 736.

[3] C. Wedl, Über Gefäßknäuel im Zahnperiost. Virchows Archiv Bd. 85, 1881, S. 175.

der Knäueltyp vor, während in der dazwischenliegenden Region einfachere Schlingen und Übergangsformen die Oberhand haben.

Während im größten Teil der Wurzelhaut die Gefäße — abgesehen von den erwähnten Knäueln — eine netzförmige Anordnung zeigen, nehmen sie in der Nähe der Öffnung der Alveole an den Approximalseiten des Zahnes eine parallele, pallisadenförmige, in der Längsrichtung der Wurzel verlaufende Anordnung an, wobei sie, wieder zurückbiegend, Schlingen bilden. Am Zahnhals hört die eigenartige Bildung dieser langen Kapillarschlingen unvermittelt auf; ein regelloses, sehr dichtes Netz von Blutgefäßen reicht bis dicht an die Zahnfleischoberfläche. In den Mittelzonen der Wurzelhaut zeigen sich häufig Zirkulargefäße; bei mehrwurzeligen Zähnen verbinden durch die trennenden Knochensepten vielfache und kräftige Anastomosen die einzelnen Wurzelperiodontien. Wedl schrieb seinen Glomeruli eine mechanische Funktion zu; er verglich sie mit Sprungfedern, die sich beim Kaudruck unter Leistung einer Art hydraulischen Bremswiderstandes entleeren, beim Aufhören des Druckes sich wieder mit Blut füllen und so den Zahn im Verein mit den Wurzelhautfasern wieder in seine Ruhestellung heben.

Die Wurzelhaut ist von einem dichten Netz von Lymphkapillaren durchzogen, deren Hauptäste, kräftiger als die Blutgefäße, in der Längsrichtung der Wurzel verlaufen und durch zahlreiche quere Anastomosen miteinander in Verbindung stehen. Daneben finden sich auch zirkular verlaufende Lymphkapillaren mit lakunaren Erweiterungen, ferner in der Nähe des Alveolarrandes knäuelartige Bildungen, die aber nicht so ausgesprochen sind und nicht so nahe an die Oberfläche des Zahnes herantreten wie die Knäuel der Blutkapillaren. Die Lymphgefäße des Periodontiums weisen ähnliche Verbindungen auf wie die Blutgefäße, nämlich solche mit den Lymphgefäßen des Zahnfleisches, der Alveolenwandung und den Lymphbahnen, die die in die Wurzelspitze eintretenden Blutgefäße begleiten.

Die Nerven der Wurzelhaut wurden von Dependorf[1] mit Hilfe der modernen Nervenfärbungen untersucht. Sie stammen aus dem Nervenbündel, das aus den Alveolarnerven zur Wurzelspitze zieht. Während ein Teil der dieses Bündel bildenden Nervenfasern in der Zahnpulpa endet, gehen andere am Fundus der Alveole um die Wurzelspitze herum zur Wurzelhaut. Die letzteren Bündel — es sind etwa sieben oder etwas mehr ringsum an der Wurzel — laufen parallel mit dem Zahn, aber unter Windungen, wodurch sie miteinander ein grobmaschiges Netz bilden, in dessen Lücken vermöge ihrer feineren Äste ein feinmaschiges Nervengeflecht entsteht. Die Endigung der zuletzt marklos werdenden Äste erfolgt in allen Schichten

[1] Dependorf, Nervenverteilung in der Zahnwurzelhaut des Menschen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 31, 1913, S. 853.

der Wurzelhaut, besonders aber dicht am Zahn, und zwar mit einfachen freien Spitzen; besondere Nervenendapparate werden nicht angetroffen. Mit den Nerven des Zahnfleisches und der Alveolenwand bestehen Verbindungen.

Wichtig in praktischer Hinsicht ist, daß das Periodontium mit fortschreitendem Alter an Dicke verliert, offenbar durch Knochen- beziehungsweise Zementauflagerungen an der inneren Wand der Alveole und am Zahn. Dadurch erklärt sich die größere passive Beweglichkeit des kindlichen und jugendlichen Zahnes, die der Orthodontie zugute kommt, ferner die Tatsache, daß der jugendliche Zahn das Hämmern beim Anbringen von Goldfüllungen nicht verträgt, indem es infolge der größeren Verschiebungen, die die dickere Wurzelhaut ermöglicht, dem Schlage gleichsam ausweicht.

3. Zahnfleisch.

Zahnfleisch (Gingiva, οὖλον, τὸ) heißt die weißrötliche, 1—3 *mm* dicke Haut, die den Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers auf beiden Seiten, vestibular und lingual, überzieht und als »Interdentalpapille« die Verbindung zwischen den beiden Seiten der Alveolarschleimhaut und zugleich zwischen den Hälsen der Zähne herstellt. Vom Knochen abgelöst erscheint sie eigentlich weich, da sie aber mit der knöchernen Unterlage fest und unverschieblich verbunden ist, täuscht sie eine resistente Beschaffenheit vor. Sie stellt eine einheitliche Haut von der Oberfläche bis zum Knochen dar, an der sich auch histologisch nur undeutlich eine Grenze zwischen einem Schleimhautteil und einem Periostteil ziehen läßt; makroskopisch gelingt es allerdings unschwer, eine oberflächliche Schicht abzutrennen, während auf dem Knochen eine beinhautähnliche Bindegewebsschicht sitzenbleibt. Der bindegewebige Anteil besteht aus verfilzten, in verschiedenen Richtungen verlaufenden kollagenen Bündeln und reichlich entwickelten Netzen elastischer Fasern. Charakteristisch für das Zahnfleisch ist im mikroskopischen Bilde die Höhe der Bindegewebspapillen; wir finden hier die höchsten Papillen, die es im menschlichen Körper überhaupt gibt, sie sind schlank, 0·3—0·7, im Alter sogar nach Ebner bis 1·5 *mm* hoch. Je mehr man sich dem Rand des Alveolarfortsatzes nähert, desto mehr nehmen die Papillen an Länge zu; die höchsten finden sich im Bereich der Interdentalpapille. Die Spitzen der Papillen ragen mit den in ihnen peripherisch gelegenen Lymphkapillarnetzen und mehr axial angeordneten Blutkapillarschlingen fast bis zur Oberfläche empor, nur durch wenige Reihen von Epithelzellen bedeckt; hieraus erklärt es sich, in Verbindung mit der schwachen Verhornung und infolgedessen geringen Widerstandsfähigkeit der oberflächlichen Zellen des Epithels, daß schon ganz geringfügige, subjektiv gar nichts zu Wahrnehmung kommende Verletzungen des Zahnfleisches, wie sie beim Gebrauch des Zahn-

stochers und der Zahnbürste gewöhnlich sind, zur Blutung führen können. In der Umgebung der Zähne bedingen die Bindegewebspapillen kleine Vorsprünge der Oberfläche, wodurch diese ein leicht gekörntes Aussehen bekommt. Das Epithel ist natürlich, wie das der ganzen Mundhöhle, ein mehrschichtiges.

Man kann am Zahnfleisch einen Zervikal- und einen Alveolarteil unterscheiden. Ersterer bedeckt in einer durchschnittlichen Höhe von 3 *mm* den Zahnhals, mit dem er normal fest verbunden ist, und reicht beim jugendlichen Zahn allenthalben bis zum Schmelzrand oder sogar — besonders bei den Milchzähnen — ein wenig noch darüber hinaus, schon auf das Gebiet der Krone, wie es die Fig. 141, nach Ebner, erkennen läßt. Demgemäß erscheint der Zahnfleischrand vestibular wie bukkal als festonierte Linie; die den einzelnen Zähnen entsprechenden Aushöhlungen werden zwischen den Zähnen durch die schmalen, abgerundeten Interdentalpapillen miteinander verbunden. An den Approximalseiten der Zähne ist der Zahnfleischrand konvex gegen die Krone. Am histologischen Längsschnitt erkennen wir, daß sich das Epithel am freien Rand des Zahnfleisches ähnlich dem Verhalten der Epidermis am Nagelfalz ein wenig zurückstülpt und sich sogar etwas auf den Zahnhals fortsetzt. Der zurückgestülpte Teil des Epithels ist papillenfrei, schmal und verschmälert sich nach der Tiefe hin. Dieses Epithel löst sich aber leicht vom Zahn ab, wodurch Nischen zwischen Zahnfleisch und Zahn entstehen; später vertiefen sich diese primären Nischen noch beträchtlich, teils durch mechanische Einflüsse, voran durch die Zahnsteinbildung, teils vielleicht auch durch spontane Lockerung des Zusammenhanges zwischen Gingiva und Zement. Die späteren, sekundären Nischen, die 1 *mm* und noch tiefer sein können, reichen schon beträchtlich über die Grenzen des eingestülpten Epithels hinaus; sie beruhen schon auf einer Trennung des bindegewebigen Teiles vom Zahn. Sie stellen bekanntlich Retentionsbuchten dar, die der Zahnkaries Vorschub leisten, anderseits bilden sie trotz des Grenzwalles des

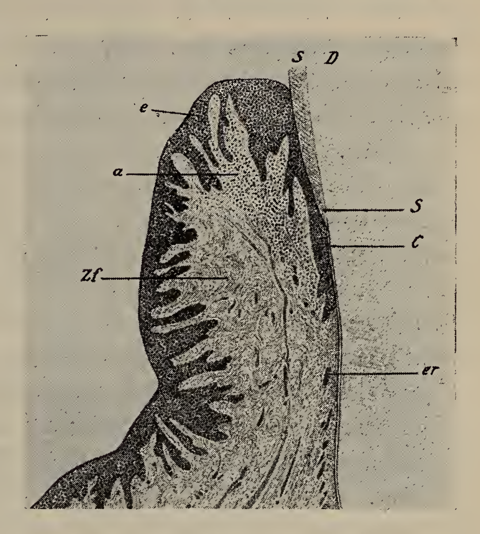


Fig. 141.

Teil eines Längsschnittes durch den Zahnhals und das Zahnfleisch; Milcheckzahn eines $3^1/_2$jährigen Kindes. S = Schmelz, D = Dentin, C = Zement, e = Epithel, a = Lymphzelleninfiltration in der Nähe des Zahnfleischrandes, Zf = bindegewebiger Teil des Zahnfleisches, er = Epithelreste.

Ligamentum circulare dentis häufig die Eintrittspforte für eine Infektion der Wurzelhaut, da die Bindegewebslage des Zahnfleisches am Alveolarrand unmittelbar mit der der Wurzelhaut zusammenhängt und Blut- und Lymphgefäße beider hier ununterbrochen ineinander übergehen. Aus diesem Zusammenhang ergeben sich noch weitere wichtige pathologische Wechselbeziehungen beider zueinander. Am eingestülpten Epithelteil fehlen die Papillen.

Die Interdentalpapille stellt sich, von der vestibularen und lingualen Seite her betrachtet, als kegelförmige Füllmasse zwischen den verjüngten Halsteilen der Zähne dar. Löst man die Papille ab, so findet man, daß der Rand des knöchernen Interalveolarseptums entsprechend der Basis des Kegels quer von einem Zahn zum anderen läuft; auf diesem Rand erhebt sich dann die Papille. Die Höhe des Interdentalkegels beträgt, von der die Scheitelpunkte des vestibularen Schmelzrandes verbindenden Querlinie aus gemessen, im Gebiet der Frontzähne 4 *mm*, an den Prämolaren 3 *mm*, an den Molaren 2 *mm*. Bei der Betrachtung von der Kauebene her erscheint die Papille in der Form einer Bikonkavlinse, von deren Schmalseiten die vestibulare infolge der Krümmung des Zahnbogens etwas breiter ist als die linguale. Sticht man genau in der Mitte zwischen zwei Zähnen in die Papille hinein, so läßt sich die Nadel zwischen den Frontzähnen etwa 4 *mm*, im Prämolargebiet 3 *mm*, zwischen den Molaren 2 *mm* tief einsenken. Hinter dem Weisheitszahn endigt das Zahnfleisch im Oberkiefer mit einer wulstigen Abrundung, dem Tuber retromolare, während es im Unterkiefer zuerst das Trigonum postmolare bedeckt und dann glatt in die Schleimhaut der Plica pterygomandibularis übergeht.

Im Alter tritt im allgemeinen eine gewisse Atrophie des Zahnfleisches ein, dieses verliert an Fülle, zieht sich gegen den Alveolarrand zurück, oft erfolgt ein vollkommener Schwund des zervikalen Zahnfleischanteiles, und sogar des Alveolenrandes, wodurch der Zahnhals und manchmal selbst etwas von der Wurzel freigelegt wird.

Der Alveolarteil des Zahnfleisches folgt der Konfiguration der knöchernen Alveolen; an der Vestibularseite erscheint er gewölbt, teilweise entsprechend den Juga alveolaria mit besonderer Wölbung für jeden Zahn, an der lingualen Seite flach. Die Grenze des Zahnfleisches gegen die Schleimhaut der vestibularen Umschlagfalte ist oben wie unten ziemlich scharf, das Lockerwerden der Submucosa erfolgt plötzlich, so daß sich oben wie unten der Rand der Gingiva gegen die Vestibularschleimhaut genau feststellen läßt. Die Grenzlinie läuft geradlinig, sie nähert sich im Bereich der Molarzähne ein wenig dem zervikalen Zahnfleischrand. Die Höhe des vestibularen Zahnfleischgebietes beträgt, einschließlich des Zervikalteiles, durchschnittlich 5 *mm*, beim zweiten Molar sinkt diese Zahl auf 3 und am dritten auf 2 *mm*. Unter-

brochen wird diese gerade Linie in der Mitte in beiden Kiefern durch den Ansatz des Lippenbändchens, Frenulum labii superioris und inferioris. Das untere Bändchen ist ganz unscheinbar, es verursacht nur eine kaum merkliche Einstülpung der Grenzlinie, der obere dagegen stellt sich als eine stärkere dreieckige Falte dar, die sich mit ihrem unteren zwickelförmig zugespitzten Ende deutlich bemerkbar auf den Alveolarfortsatz erstreckt. Die von Favaro beschriebenen, als Varietät auftretenden lateralen unteren Frenula wurden auf S. 76 erwähnt. Auf der lingualen Seite grenzt sich am Unterkiefer das Zahnfleisch ebenfalls scharf gegen die Schleimhaut des Mundbodens im Bereich des Sulcus gingivo-lingualis ab; die Höhe der Gingiva beträgt hier an den Frontzähnen und Prämolaren vom Schmelzrand gemessen 5 *mm*, am ersten Molar ebensoviel, am zweiten und dritten dagegen nur 4 und 3 *mm*. Oben finden wir ein abweichendes Verhalten: hier läßt sich die Grenze der Gingiva gegen die Schleimhaut des harten Gaumens nicht ganz genau bestimmen, da das bezeichnende Merkmal zur Grenzbestimmung, das Lockerwerden der Submucosa, fehlt. Nur annähernd kann man hier die Höhe des Zahnfleischgebietes mit 6 *mm* angeben.

Die Verbindung des Zahnfleisches mit dem Zahnhals wird durch kräftige Sharpeysche Faserbündel bewirkt, die aus dem bindegewebigen Anteil der Gingiva in großer Zahl in die Zementlage an der Oberfläche des Halses eintreten. Eine derartige Verbindung des Zahnfleisches besteht besonders auch mit dem Alveolarrand. In der Interdentalpapille, deren Bindesubstanz noch den Charakter der Wurzelhaut trägt, sehen wir kräftige Bündel über dem knöchernen Interalveolarseptum quer von einem Zahnhals zum anderen ziehen. Auch mit der vestibularen und lingualen Alveolenwand verbindet sich die Gingiva durch zahlreiche perforierende Bindegewebsbündel. Die Schleimhaut soll nach Ebner in der Nähe des Zahnes mit Lymphzellen infiltriert sein; besonders aber soll dies nach den Angaben anderer im Bereich der Molarzähne und insbesondere des dritten Molarzahnes der Fall sein. Drüsen finden sich keine, mit Ausnahme einer einzigen Stelle: in der Gegend der unteren Schneidezähne findet sich an der Zungenseite die von Merkel entdeckte Glandula incisiva, eine kleine Schleimdrüse, die man als ein abgelöstes Stück der Unterzungendrüse auffassen darf. Im Zahnfleisch Neugeborner sind manchmal sporadisch Epithelzellhaufen und Epithelperlen anzutreffen: versprengte Reste des epithelialen Schmelzkeimes, wie sie sich auch in der Wurzelhaut finden. Sie sind identisch mit den »Glandulae tartaricae« von Serres.

Über die Blutgefäße und die Innervation des Zahnfleisches soll an einer anderen Stelle das Nötige mitgeteilt werden.

Die Lymphgefäße der Gingiva wurden zuerst von Sappey (1885) untersucht; eine sehr eingehende Arbeit hierüber verdanken wir auch

Schweitzer[1]. Ein äußerst zartes engmaschiges, für das Auge nur bei Lupenvergrößerung deutlich erkennbares Lymphgefäßnetz durchzieht nach der Darstellung des letzteren Autors das Zahnfleisch. Es besteht aus einem oberflächlicheren, sich an der Basis der Papillen flächenhaft ausbreitenden und einem tieferen, in der Submucosa befindlichen Netz, letzteres ist breitmaschiger; die beiden Netze anastomosieren miteinander und gehen in den dünneren Partien des Zahnfleisches direkt ineinander über. Das Netz mündet an der Vestibularseite oben wie unten in zwei bis vier Sammelgefäße, die oberhalb respektive unterhalb der Umschlagfalte am Alveolarfortsatz kranzförmig verlaufen, durch die Submucosa der Wangenschleimhaut und schließlich im Periost des Unterkiefers schräg nach außen und unten ziehen und hauptsächlich der Vena facialis anterior angegliedert zur Submandibulargegend gelangen, wo sie sich mit den submandibularen, seltener auch mit den submentalen Lymphknoten verbinden.

Submandibularknoten hat es in der Regel drei, einen vorderen, mittleren und hinteren. Der vordere liegt im vorderen Winkel des Submandibulardreiecks, der mittlere, der größte, etwas lateral von dem ersteren am inneren Kieferrand, unweit vom vorderen Bauch des Biventer, der hintere noch lateraler zwischen Arteria maxillaris externa und Vena facialis anterior oder lateral von der Vene. Submentalknoten finden wir gewöhnlich zwei auf jeder Seite, einen unteren und einen oberen. Der regionäre Hauptknoten für die Lymphgefäße der vestibularen Seite der Gingiva ist der mittlere Submandibularknoten, er empfängt die weitaus größte Zahl sämtlicher Gefäße aus Ober- und Unterkiefer, und zwar aus allen Teilen des Alveolarfortsatzes. Der vordere Submandibularknoten kommt für die Frontzahngegend des Unterkiefers, der hintere für die Molargegend desselben in Betracht. In seltenen Fällen ziehen auch einige wenige Stämmchen aus der Gegend der vier unteren Schneidezähne zum oberen Submentalknoten. Aus allen genannten Knoten führen die Vasa efferentia zu den tiefen Zervikalknoten, aus diesen dann zum Truncus jugularis.

Von der lingualen Fläche des Zahnfleisches am Oberkiefer ziehen die ableitenden Gefäße sowohl durch die Schleimhaut des harten Gaumens als auch am lateralen Ende des Alveolarfortsatzes über den weichen Gaumen und die Pharynxwand abwärts zu den um die Vena jugularis interna gruppierten tiefen Zervikalknoten, deren Hauptknoten an der Einmündungsstelle der Vena facialis communis in die Vena jugularis interna liegt. Die ableitenden Lymphbahnen an der Zungenseite des unteren Alveolarfortsatzes schlagen zwei Wege ein: ein Teil durchbohrt, aus der Gegend der Frontzähne kommend, den Musc. mylohyoideus und mündet in den medialen

[1] G. Schweitzer, Über die Lymphgefäße des Zahnfleisches und der Zähne beim Menschen und bei Säugetieren. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 69, 1907, S. 807.

Submandibularknoten, die Mehrzahl, aus allen Gegenden des Alveolarfortsatzes sich sammelnd, läuft längs der Umschlagfalte der Mundbodenschleimhaut und ergießt sich in den Hauptknoten der tiefen Zervikalknoten; ausnahmsweise verbindet sich ein Teil auch mit dem lateralen Submandibularknoten.

XIV. Die Gefäße und Nerven des Zahnes[1].

a) Gefäße.

Die Arterien der Zähne stammen alle aus der Maxillaris interna, die für die Oberzähne bestimmten aus ihrem dritten Abschnitt in der Fossa pterygopalatina, die die Unterzähne versorgenden aus ihrem ersten Abschnitt an der inneren Seite des Kiefergelenks. Für die Oberzähne ist es eine Arteria alveolaris superior posterior, direkt aus dem Stamm der Arterie, und eine Art. alv. sup. anterior aus einem ihrer Äste, der Art. infraorbitalis. Erstere zieht, in zwei bis drei Zweige geteilt, gemeinsam mit den entsprechenden Zahnnerven zunächst in zarten Furchen des Tuber maxillare abwärts, um dann, durch feine Öffnungen desselben verschwindend, innerhalb der Kanäle beziehungsweise Furchen der Wandung der Highmorshöhle zum Alveolarfortsatz zu ziehen. Zwischen den Ästen der vorderen und hinteren Alveolararterie kommt es zu einer oberhalb der Zahnwurzeln gelagerten weiten arkadenförmigen Anastomose (Fig. 142). Die hintere Arterie versorgt hauptsächlich die Molaren und die ihnen entsprechende Gingiva, die vordere, die aus der Art. infraorbitalis unweit vom Ausgang des Kanals entspringt, die Prämolaren und Frontzähne.

Die Arteria alv. inferior (Fig. 143) betritt, nachdem sie die dünne A. mylohyoidea abgegeben hat, den Mandibularkanal, in welchem sie nach innen vom Nerven liegt. Während ihres bogenförmigen Verlaufes im Kanal gibt sie der Reihe nach ihre aufsteigenden Ästchen für die Zähne und das Zahnfleisch ab. Der Hauptstamm tritt durch das Foramen mentale unter gleicher Schlingenbildung wie der Nerv in die Unterlippe ein, eine dünnere Fortsetzung, die Art. incisiva, zieht in Begleitung des entsprechenden Nervenastes in der Fortsetzung des Kanals gegen die Mittellinie und versorgt den Eckzahn und die Schneidezähne.

Die Äste sowohl der oberen wie der unteren Alveolararterie zerfallen in Arteriae dentales und interalveolares (Zuckerkandl). Letztere sind die stärkeren. Die Dentalarterien sind unmittelbar für die Zahnpulpa bestimmt, geben aber vor ihrem Eintritt in den Wurzelkanal auch Äste für die Wurzelhaut ab. Die Angabe Zuckerkandls, daß »für gewöhnlich in

[1] Mit Benutzung der Zuckerkandlschen Darstellung in der vorhergehenden Auflage dieses Werkes.

jedes Wurzelloch nur eine Arterie eindringt, zuweilen aber sind es ihrer zwei«, findet in den neuen Untersuchungen Schweitzers keine Bestätigung; auch bei einfachem Foramen apicale dringt schon eine Mehrzahl von Ästen in das Wurzelloch, die aber wohl erst unmittelbar vor ihrem Eintritt aus einer Teilung der Dentalarterie hervorgehen. Nach de Sarans Entdeckung (1880) betreten neben den Hauptgefäßen noch einige (8—10) kleinere Arterien die Wurzel, und zwar nicht genau an der Spitze, sondern 2 bis 3 *mm* von der Wurzelspitze entfernt, unter Durchsetzung der Zementkappe und des Zahnbeins. Nach dem Verhalten des Wurzelkanals im Spitzengebiet muß man aber folgern, daß das von de Saran beschriebene und auch von Zuckerkandl bestätigte Verhalten nicht konstant ist, sondern nur für einen Teil der Fälle zutrifft. Die betreffenden Arterienästchen sind Zweige der Wurzelhautgefäße. Die Interalveolararterien (Fig. 144) sind relativ starke Äste. Sie verlaufen in den spongiösen Scheidewänden der Alveolen mit den Zahnfleischnerven gegen den freien Rand dieser Scheidewände, durch dessen Lücken sie als Rami perforantes gingivales in das Zahnfleisch gelangen. Unterwegs versorgen sie einerseits die Spongiosa in der Umgebung der Alveolen, anderseits das äußere und innere Periost des Alveolarfortsatzes und schließlich durch die Poren an der Innenfläche der Alveolen die Wurzelhaut. Wie schon an anderer Stelle bemerkt, stellen diese Rami perforantes alveolares die Hauptgefäße des Periodontiums dar, sie sind stärker als die von den Dentalgefäßen sich abzweigenden sowie die von der Gingiva her in den Peridentalraum ein-

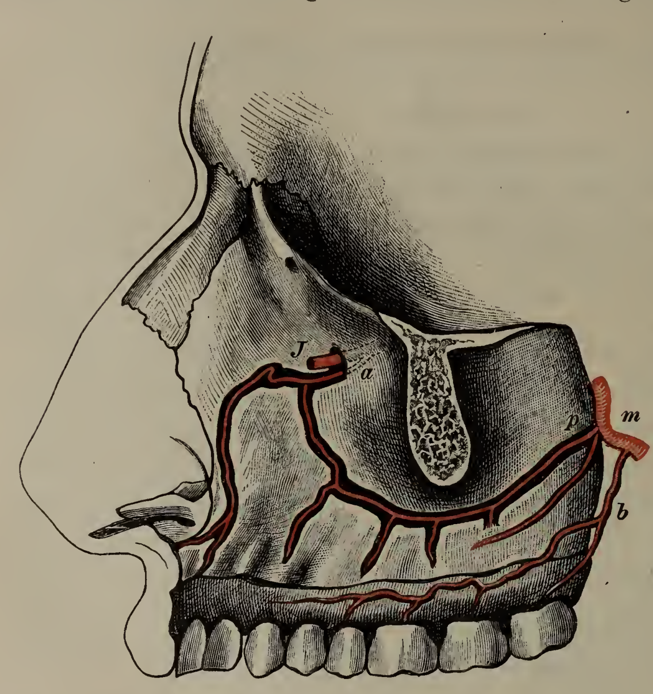


Fig. 142.

Arterienarkade des Oberkiefers. *m* Arteria maxillaris interna. *J* A. infraorbitalis. *a* A. dentalis anterior. *p* A. dentalis posterior; unterhalb derselben eine zweite, schwächere A. dentalis posterior. *b* A. buccinatoria. Nach Zuckerkandl.

lenkenden. Über die von Wedl entdeckte knäuelförmige Schlingenbildung siehe S. 266. Daß dieses von drei Seiten her kommende Gefäßsystem in

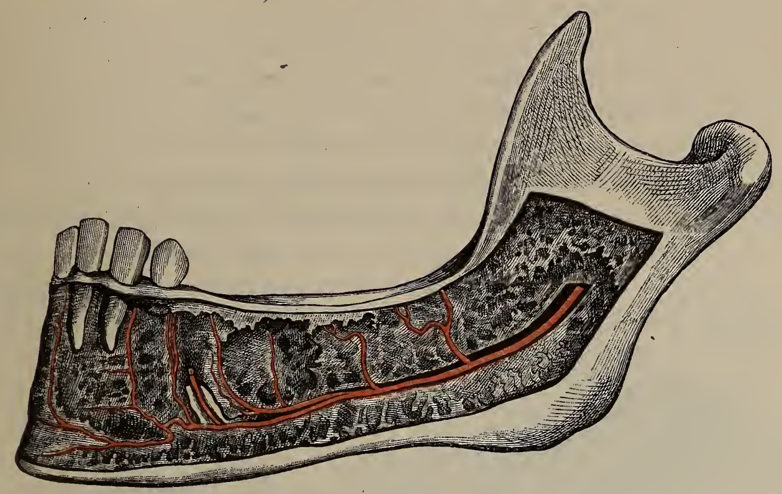


Fig. 143.
Unterkiefer, aufgemeißelt, mit der Arteria alveolaris inferior und den von ihr abgehenden stärkeren Zweigen. Nach Zuckerkandl.

anastomotischer Verbindung untereinander und mit den Gefäßen der Pulpa steht, wurde schon erwähnt; beim Oberkiefer kommen noch zu diesen Verbindungen diejenigen mit der Kieferhöhlenschleimhaut. Auch in den Wurzelscheidewänden kommen stärkere Arterien vor, sie verhalten sich wie die Interalveolararterien, nur reichen sie natürlich nicht bis an den Alveolarrand heran.

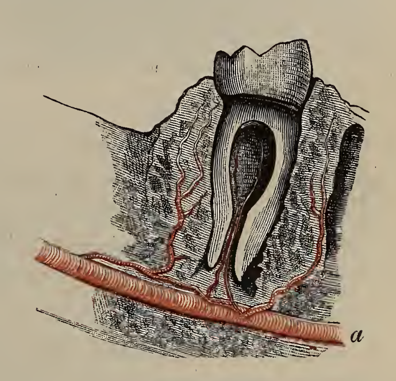


Fig. 144.
Backenzahn mit zwei Dentalarterien. Seitlich vom Zahn je eine Interalveolararterie. *a* Arteria alveolaris inferior (vergrößert). Nach Zuckerkandl.

Bei der Zahnextraktion sind es die Gefäße der Wurzelhaut, die die manchmal beträchtliche parenchymatöse Blutung verursachen. Die Stärke der Blutung wird davon abhängig sein, ob die Wurzelhaut in größerem oder geringerem Umfange von der Alveolarwand abgerissen wurde. Unter Umständen kann bei der Extraktion der unteren Molarzähne auch die Arteria alveol. inferior verletzt werden, was natürlich eine heftige Blutung zur Folge hat, während die oberen Alveolararterien dank ihrem größeren Abstande von den Zähnen kaum jemals einer solchen Zufälligkeit unterworfen sind.

Die Venen des Alveolarfortsatzes verhalten sich im ganzen und großen wie die Arterien, nur weisen sie eine größere Tendenz zur Geflechtbildung auf. Selbst die starke V. alveol. inferior löst sich in einen dichten Plexus auf, der die Arterie mit longitudinalen Maschen umspinnt. In Fig. 145 ist ein Teil dieses Geflechts nach Zuckerkandl abgebildet. Bei der Starrwandigkeit des Kanals besteht ein Wechselverhältnis im Füllungszustand der Arterie und des umgebenden Venengeflechts; bei der Systole der Arterie dehnen sich die Venenäste aus und saugen das Blut aus ihren Kapillarbezirken an, während bei der Diastole der Arterie die Kompression der Venen ihren Inhalt in die ableitenden Stämme treibt.

Die Gefäße der spongiösen Markräume der Kiefer stehen in vielfacher Verbindung mit den Gefäßen des Periosts, den Arterien sowohl wie mit

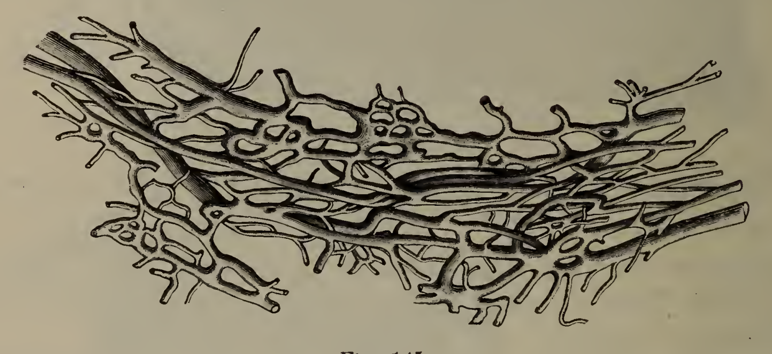


Fig. 145.
Venengeflecht um den Hauptstamm der Arteria alveolaris inferior. Nach Zuckerkandl.

den Venen. Dazu dienen die zahlreichen Poren an der Oberfläche des Knochens, von denen einzelne als eigentliche Foramina nutritia oder als Emissarienöffnungen größer und in ihrer Lage beständiger sind. Beim Oberkiefer besteht neben dem äußeren Periost noch ein inneres, nämlich die tiefste Schicht der die Kieferhöhle auskleidenden Schleimhaut; auch diese gibt an den Knochen Arterien ab und nimmt Venen aus ihm auf.

Die Lymphgefäße des Zahnes, der Wurzelhaut und des Zahnfleisches wurden schon an anderer Stelle besprochen.

b) Nerven.

Die Innervation der Zähne wird durch den Nervus trigeminus besorgt, und zwar erhalten die oberen Zähne samt dem ihnen entsprechenden Zahnfleisch ihre Nerven aus dem zweiten Trigeminusast, dem Nerv. supramaxillaris, die unteren Zähne aus dem dritten Ast, dem Nerv. mandibularis. Die die Zähne und den Alveolarfortsatz versorgenden Zweige heißen Nervi

alveolares. Im Oberkiefer (Fig. 146) unterscheidet man mehrere solche Alveolarnerven: hintere, einen mittleren und einen vorderen. Die hinteren (Nervi alveolares superiores posteriores) sind drei bis vier an der Zahl. Sie entspringen noch hinter dem Boden der Augenhöhle in der Flügelgaumengrube aus dem Stamm der Nerven und ziehen als sehr zarte Ästchen teils allein, teils in Begleitung der entsprechenden Arterien in feinen, oft ramifizierten Furchen des Tuber maxillare abwärts, treten durch punktförmige Öffnungen des Tuber in den Knochen und ziehen dann teils in geschlossenen Kanälen der Kieferhöhlenwandung, teils in offenen Furchen unter der Schleimhaut nach vorn, wobei sie mit der Verästlung des mittleren und vorderen Nerven kommunizieren und mit diesen zusammen einen arkadenförmigen Plexus in der Kieferspongiosa etwas oberhalb der Spitzen der Zahnwurzeln, den Plexus dentalis, bilden. Der Nervus alveolaris anterior löst sich aus dem Nerv. infraorbitalis unweit vom vorderen Ende des Canalis infraorbitalis ab, der zuerst von Schumacher (1839) als besonderer Nerv unterschiedene N. alveolaris medius etwas weiter hinten, bald nach dem Verschluß der Furche zum Kanal am Boden der Augenhöhle. — Durch die Geflechtbildung wird die Zurückführung der den einzelnen Zähnen zugehörigen Zweige auf die drei genannten Alveolarnerven etwas erschwert, doch wird allgemein angenommen, daß die hinteren Nerven die Mahlzähne, der mittlere die Prämolaren, der vordere den Eckzahn und die Schneidezähne innervieren. Bochdalek (1855) hat zuerst eine genaue Beschreibung der oberen Alveolarnerven und ihres Geflechts gegeben, doch haftet seiner Darstellung der Schönheitsfehler an, daß er in dem Plexus in der Höhe des Eckzahnes, wo das Geflecht am dichtesten ist, ein nicht existierendes Ganglion beschreibt. Dieses Pseudoganglion Bochdalekii hielt

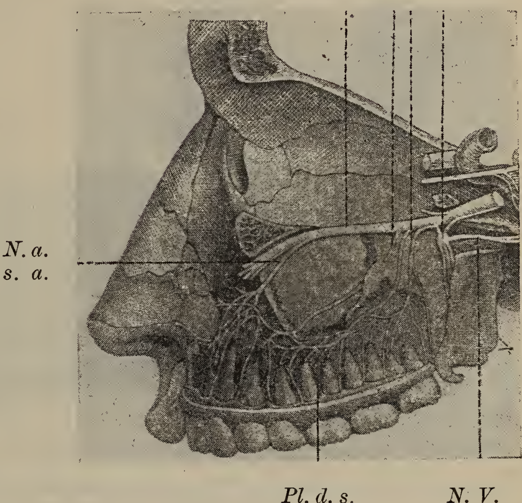


Fig. 146.

Nervus infraorbitalis und obere Alveolarnerven. *N. i.* Nervus infraorbitalis. *N. a. s. a.* Nervus alveolaris sup. anterior. *N. a. s. m.* Nervus alveol. sup. medius. *Nn. a. s. p.* Nervi alveolares sup. posteriores. *G. sph.* Ganglion sphenopalatinum. *Pl. d. s.* Plexus dentalis superior. *N. V.* Nervus Vidianus. Nach Hirschfeld und Leveillé.

sich, auch durch Valentin unterstützt, ziemlich lange in der Literatur, trotzdem schon Arnold und nach ihm Henle sein Nichtvorhandensein festgestellt haben. Aus dem Geflecht entspringen Äste für die Schleimhaut des harten Gaumens, den Boden der Nasenhöhle, die Schleimhaut der Kieferhöhle, das Zahnfleisch und die Zähne. Die zu den Zähnen ziehenden Nerven zerfallen in eigentliche Dentalnerven, die zu mehreren in die Wurzelspitze eintreten, und in Interalveolarnerven, die durch die Septa zwischen

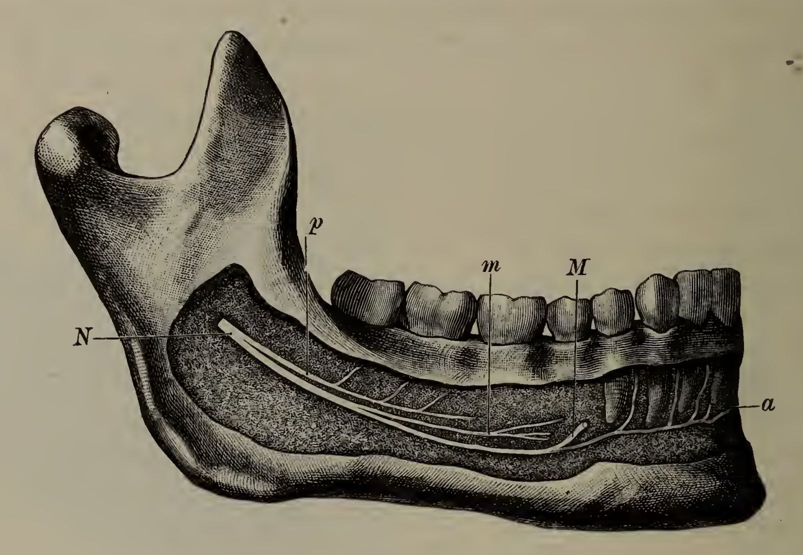


Fig. 147.

Unterkiefer mit dem Nervus mandibularis (*N*), *p* hinterer, *m* mittlerer, *a* vorderer Ast desselben, *M* Nervus mentalis im Bereich des Kinnloches. Nach Zuckerkandl.

den Zahnfächern das Zahnfleisch erreichen und unterwegs vermittels der Alveolenporen auch die Wurzelhaut versorgen.

Der N. alveolaris inferior (Fig. 147) ist der stärkste Zweig des dritten Trigeminusastes. Er betritt den Kanal des Unterkiefers im Foramen mandibulare und erstreckt sich in ihm beinahe bis zur Mittellinie; am Foramen mentale verläßt der Hauptteil des Nerven den Kanal und nur eine dünne Fortsetzung setzt sich bis unter den medialen Schneidezahn fort. Die eigenartige Schlinge, die der N. mentalis an seinem Ursprung bildet, wurde S. 42 beschrieben; der Nerv geht dann hauptsächlich in die Unterlippe, in der er sich von der Schleimhautseite her leicht präparieren läßt; von der Schleimhaut wird seine Verästlung bloß durch die Schicht der Schleimdrüsen getrennt.

Der Nerv gibt im Mandibularkanal sukzessive seine zarten, leicht geflechtartig angeordneten Äste für die Unterzähne und ihr Zahnfleisch

ab. Nach Meckel und Zuckerkandl soll der Nerv im Kanal in vier zu einem gemeinsamen Strang zusammengefaßte Bündel geteilt sein; das hintere Bündel (Ramus posterior) gibt die Zweige für die Mahlzähne, das mittlere (Ramus medius) die für die Backenzähne, ein weiteres Bündel begreift die Fasern des N. mentalis in sich, das vorderste Bündel endlich (Ram. anterior s. incisivus) stellt den feinen Ast dar, der über das For. mentale hinaus im letzten engen Teil des Kanals zur Kinngegend zieht und den Eckzahn und die Schneidezähne mit Zweigen versieht. Die feineren Zweige verhalten sich ganz wie die des Oberkiefers, aus welchem Grunde von einer Beschreibung ihres Verhaltens abgesehen werden kann. Die Angabe Zuckerkandls, daß die Geflechtbildung des Nerven das Ausstrahlen der Schmerzen vom kranken Zahn auf die anderen sowie die häufige falsche Lokalisierung der Zahnschmerzen erklärt, ist irrtümlich. Die Schmerzempfindung wird stets durch isolierte Achsenzylinder geleitet, und die makroskopische Geflechtbildung ändert nichts an diesem Sachverhalt. Die Plexusbildung ist zu keiner derartigen physiologischen Schlußfolgerung geeignet, physiologisch überhaupt ohne alle Konsequenzen.

XV. Die Abnutzung der Zähne.

Die Abnutzung (Usur, Abrasion) der Zähne ist eine früh einsetzende und, insofern sie innerhalb gewisser Grenzen bleibt, als physiologisch zu bezeichnende Erscheinung, hervorgerufen einerseits durch die gegenseitige Reibung der Antagonisten aneinander, anderseits durch die mechanische Einwirkung der härteren Nahrungsbestandteile auf die Zähne. Schon an den Milchzähnen des Menschen greift die Abnutzung Platz. Man kann es als einen alleinstehenden Fall in unserem Organismus bezeichnen, daß sich ein Körperbestandteil ähnlich dem leblosen Material der Maschinen durch den Gebrauch einfach mechanisch der Masse nach abnutzt; sonst pflegen unsere Organe auf gesteigerte Beanspruchung eher mit dem Gegenteil, nämlich mit einer Arbeitshypertrophie, zu reagieren. Die Haut wird z. B. dicker durch den Druck, die Muskeln stärker durch den Gebrauch. Diese Sonderstellung erklärt sich aus der verhältnismäßig geringen Vitalität der Hartsubstanzen des Zahnes, beim Schmelz auch aus dem schon embryonal erfolgenden Schwund der ihn bildenden Zellen. Einen gewissen Grad von Vitalität dürfen wir selbst dem Schmelz nicht absprechen; gerade die Erscheinungen der Zahnusur liefern einen Beweis hierfür, denn ohne eine solche müßte die Usur unzweifelhaft viel rascher vor sich gehen, schon nach kürzester Zeit dürfte vom Schmelz überhaupt nichts mehr übrigbleiben.

Es ist bekannt, daß das Abkauen der Zähne auch bei den Säugetieren stattfindet; sehr stark ist sie z. B. bei den Affen. Beim Pferde wird

bekanntlich der Abnutzungszustand der Zähne von den Kennern zur Altersbestimmung benutzt.

Auf den Grad der Usur sind außer dem Alter verschiedene Momente von Einfluß. Vor allem die Art des Zahnmaterials, dann die Art der Benutzung, die Qualität der Nahrung, schließlich die Stellung der Zähne zueinander.

Was den ersten Punkt betrifft, so ist es allen Zahnärzten hinlänglich bekannt, daß es Zahnreihen gibt, die bei sonst normaler Stellung und Beanspruchung viel rascher der Abnutzung anheimfallen als andere. Ob es hierbei auf den Kalkgehalt oder auf eine andere Eigenschaft des Zahnes ankommt, wissen wir nicht.

Von großem Einfluß auf den Grad sowohl wie auch auf die Art der Usur ist die Stellung der Zähne zueinander. Lage- und Stellungsanomalien, angeborne wie erworbene, spielen hier eine große Rolle. Besonders ungünstig für das Intaktbleiben der Frontzähne ist die als »Aufbiß« oder »gerader Biß« (Labidontie) bezeichnete Zahnstellung, bei der sich die Schneidezähne bei geschlossenen Zahnreihen senkrecht gegenüberstehen, das heißt mit ihren Schneidekanten sich berühren; die Zahnusuren können hierbei fast bis zum Zahnfleisch reichen, insbesondere an den Oberzähnen. Nach Verlust der Molaren erleiden die Vorderzähne oft tiefgreifende Substanzverluste, hier handelt es sich aber schon um die Wirkung der Überbeanspruchung.

Funktionelle Momente sind überhaupt von großem Einfluß auf den Abnutzungsgrad der Zähne. Abnorm kräftige Kaumuskeln, möglicherweise die Gewohnheit. bei dem Kauen ungewöhnlich starke Seitenbewegungen mit den Kiefern auszuführen, das unwillkürliche nächtliche Zähneknirschen, Tabakkauen, dann auf der anderen Seite derbe Nahrung, schlecht zubereitetes, halbrohes Fleisch, hartes Brot, halbrohe Früchte, Genuß von Mehl, das mit der Handmühle vermahlen ist und von den Mahlsteinen abgelöste kleine Quarz- und Granitsplitterchen enthält, Beimischung von Herdasche und Sand zur Nahrung, das alles sind Momente, woraus sich die manchmal bis an das Zahnfleisch reichende Usur der Zähne erklärt. Deshalb zeichnet sich durch sehr starke Abnutzung das Gebiß der Bevölkerung von Gegenden aus, wo in der Ernährung des Volkes das nicht entkeimte Maismehl eine große Rolle spielt, wie das z. B. unter den Rumänen Siebenbürgens der Fall ist. Dieses Mehl geht nämlich infolge seines Ölgehaltes rasch in Gärung über und wird daher nur in kleinen Mengen mit der Handmühle vom Volke hergestellt. Auf die gleiche Ursache ist in erster Reihe die oft sehr starke Abrasion der Zähne prähistorischer und frühhistorischer Völker[1] zurück-

[1] Fr. Schwerz, Pathologische Erscheinungen an Alemannenzähnen aus dem V.—X. Jahrhundert. Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Bd. 26, 1916, S. 1, vgl. S. 28.

zuführen. Bei einzelnen primitiven Völkern, vielleicht auch bei neolithischen europäischen Rassen, kommt möglicherweise auch noch die Geophagie als ursächliches Moment hierzu (Baudouin 1912). Nach Bancroft (1875) werden die Zähne der Eskimos nach und nach bis ans Zahnfleisch abgeschliffen, weil sie viel Fische essen, die beim Trocknen mit Sand bestreut worden waren. Auch die vordynastischen Ägypter zeigen, wie Elliot Smith nachgewiesen hat, ausgedehnte und frühzeitige Abnutzung der Zähne, und er hat die Ursache in den Gerstenhülsen erblickt, die sich als Speisenreste noch in den Gedärmen der Mumien fanden. Auch Netolitzky (1918) fand im Darminhalt der Mumien große Mengen von Gersten-, Weizen- und Hirsespelzen, die bekanntlich stark verkieselt sind.







Fig. 148.

Enorme Usur der oberen Frontzähne. Altslawischer Schädel aus dem 11. Jahrhundert (Rákospalotaer Fund). Sammlung der Anthropologischen Anstalt in Budapest.

Eine genaue Einteilung der Zahnusuren nach ihrer Stärke und Qualität gab zuerst Respinger[1]. Man kann folgende Kategorien unterscheiden: 1. oberflächliche Usur des Schmelzes, 2. tiefgehende Usur des Schmelzes, fast bis zur Dentingrenze, 3. an einzelnen Stellen liegt das

[1] H. B. Respinger, Die Zahnusuren, ihre Ursachen und Folgen. Schweiz. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Bd. 7, 1897, S. 47.

dunklere Dentin frei (»Dentinkern«), 4. der ganze Schmelz der Kaufläche ist abgeschliffen, das Dentin in weiter Ausdehnung bloßgelegt, 5. die Usur hat die Pulpakammer eröffnet, 6. der Zahn ist bis nahe oder bis dicht an den Zahnhals abgekaut.

Die erste Spur der Abnutzung zeigt sich an den Kaurändern des Zahnes in Form kleiner flacher Facetten des Schmelzes, die oft nur bei Betrachtung von der Seite her als spiegelnde, scharfbegrenzte ebene Flächen zu erkennen sind. An den Höckern findet man oft zunächst eine gleichmäßige Abrundung der Höckerspitzen. Die ursprüngliche zugespitzte Form ihrer Höcker behaupten die Prämolaren und Molaren überhaupt nur eine ganz kurze Zeit nach ihrem Hervortreten; schon nach kurzem Gebrauch vermissen wir die steile, in eine wohlausgebildete Spitze auslaufende Pyramidenform der Höcker, doch ist die Stelle der Spitze zuerst noch zu erkennen, später werden sie dann zu ganz abgerundeten Hügeln, an denen die Lage der einstigen Spitzen nicht mehr genau festzustellen ist. Jetzt erst pflegt das Stadium der Facettenbildung an den Höckern zu folgen, anfangs nur innerhalb der Schmelzlage, später auch das Dentin bloßlegend, das nun als gelber, bei Rauchern oft dunkelbrauner Streifen oder Fleck inmitten des weißen Schmelzrahmens erscheint. Auf vorgerückteren Stadien der Usur gestaltet sich die Kaufläche zu einer glatten, einheitlichen, bald ebenen, bald tellerförmig ausgehöhlten, bald konvexen Fläche. An den Prämolaren und Molarzähnen steht die Abnutzungsfläche zumeist schief, und zwar von der Zungenseite zur Wangenseite abschüssig, manchmal so schräg, daß z. B. bei den unteren Zähnen die Zungenfläche der Krone noch fast erhalten ist, während bukkal die



a



b

Fig. 149.

a und *b* sehr starke Usur der Oberzähne. Altslawischer Schädel aus dem 11. Jahrhundert.

Abrasion schon selbst den Hals ergriffen hat. Bei den Schneide- und Eckzähnen geht die Usur mehr oder weniger quer und sie kann die Krone sukzessive bis zum Hals zum Schwunde bringen. An den oberen Frontzähnen erstreckt sich die Usurfläche schräg nach der Zungenseite, bei den unteren nach der Lippenseite. Die Zacken am Kaurand der Schneidezähne wetzen sich natürlich am allerfrühesten ab.

Erfolgt die Abnutzung sehr allmählich, so kommt es nicht zur Eröffnung der Pulpakammer, dank dem sich im Hohlraum stufenweise ansetzenden Ersatzdentin. Eine eröffnete Kammer weist auf ein verhältnismäßig rasches Tempo der Usur hin. Merkwürdig sind die Verschiedenheiten der einzelnen Zähne in dieser Hinsicht, man findet manchmal Nachbarzähne wie in dem in Fig. 149 a abgebildeten Fall, von denen bei gleich starker Abnutzung an dem einen der Pulparaum offen steht, an dem anderen sich mit sekundärem Dentin erfüllt zeigt.



Fig. 150.

„Pfeifenloch." Aus der Sammlung des Budapester I. Anatomischen Instituts.

An dicht gedrängt stehenden Zähnen kommt eine ganz besondere Art von Schliffflächen vor, auf die zuerst A. Zsigmondy[1] die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Es sind das die »interstitiellen Reibungsflächen«: kleine Facetten an den Berührungsflächen der Zähne; sie sind an den Frontzähnen schmal, an den Hinterzähnen breit. Ihr Vorkommen beweist aufs klarste, daß den Zähnen eine gewisse passive Beweglichkeit zukommt. Dafür spricht übrigens — nebenbei gesagt — auch das subjektive Gefühl beim sehr festen Zusammenbeißen der Zahnreihen: man hat hierbei entschieden die Empfindung eines gewissen Federns der Zähne. Ausgedehntere seitliche Facetten kommen nur bei einigermaßen gelockerten Zähnen, so namentlich bei Alveolarpyrrhöe und Altersschwund der Alveolen, vor.

Sehr starke halbkreisförmige Usurausschnitte findet man an den Schneidekanten der Frontzähne, manchmal auch der Prämolaren bei Pfeifenrauchern. Gewöhnlich sind mehrfache Usuren oder eine sich auf eine längere Strecke ausdehnende flache Usur dieser Art vorhanden, ein so zirkumskriptes »Pfeifenloch« wie das in der Fig. 150 wiedergegebene dürfte zu

[1] A. Zsigmondy, Die interstitiellen Reibungsflächen der Zahnkrone. Deutsche Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 5, 1865, S. 12.

den Seltenheiten gehören. Einzelne berufliche und gewerbliche Beschäftigungen rufen an den Zähnen, besonders an den Frontzähnen, bestimmte, aus der Art der Beschäftigung leicht erklärbare Veränderungen hervor. Wir finden solche bei Schustern, Schneidern, Tapezierern, Glasbläsern usw.[1].

Bei normaler Stellung der Zähne zeigen die Schliffflächen an den einzelnen Zähnen bis zu einem gewissen Grad ein typisches Verhalten der Lage, Richtung und Form nach. Abnorme Stellung der Zähne, wie sie am gewöhnlichsten durch frühzeitige Zahndefekte bewirkt wird, hat natürlich atypische, oft ganz absonderliche Usuren an den Zähnen zur Folge. Man kann aus den Schliffacetten eines Zahnes auf die Stellung seiner Antagonisten und Nachbarn folgern, was unter Umständen als Anhaltspunkt zur Agnoszierung von forensischer Bedeutung sein kann.

Bei Zähnen, deren Antagonisten schon im jungen Alter verlorengegangen sind, kann sich das Relief der Oberfläche bis ins hohe Alter unverändert erhalten, dasselbe gilt bis zu einem gewissen Grad auch für Zähne, die durch abnorme Okklusion so weit von ihren Gegenzähnen abstehen, daß sie sich weder in der Ruhestellung noch beim Kauen an sie reiben. Bei einem derartigen Gebiß können an den Schneidezähnen selbst noch in vorgerückten Jahren die feinen Zacken des Kaurandes erhalten sein.

Die ersten Usuren treten, wie erwähnt, schon kurze Zeit nach dem Erscheinen des Zahnes auf, und man kann nicht umhin dem Gedanken Raum zu geben, daß sie die Folge einer gewissen Inkongruenz des Kauflächenreliefs der einander gegenüberstehenden Zähne, also Korrektivusuren der Ungenauigkeit der Bildung, sind, auf die erst später die eigentlichen Gebrauchsusuren folgen.

XVI. Die künstlichen Verunstaltungen der Zähne.

Gleich dem Schädel, allen Teilen des Gesichtes, den äußeren Geschlechtsorganen, der Körperbedeckung usw. werden auch die Zähne bei vielen Völkern, primitiven und weniger primitiven, den mannigfaltigsten künstlichen Deformationen unterworfen. Das merkwürdige ist, daß bestimmte Formen dieser Gebräuche in völlig übereinstimmender Ausführung bei weit voneinander getrennten Völkern beobachtet werden. So findet man z. B. das Einsetzen von Edelsteinen an der Lippenfläche der oberen Schneidezähne in ganz gleicher Form bei den Malaien des Indischen Archipels und der präkolumbischen Bevölkerung Mittelamerikas. Es handelt sich hierbei nicht, wie man meinen sollte, um ethnische Zusammenhänge, sondern um Konvergenzerscheinungen, die aus den gleichen Bedingungen der menschlichen

[1] M. Kraus, Berufliche und gewerbliche Veränderungen an den Zähnen. A. Hölder, 1915.

Psyche erklärbar sind. Von ethnologischer Seite hat sich besonders Ihering[1] mit diesen Deformationen befaßt, von zahnärztlicher Seite liegt hierüber die fleißige Monographie Schröders[2] vor.

Die Sitte der künstlichen Deformation der Zähne ist in allen Kontinenten, mit Ausnahme Europas, heimisch, wird aber doch am häufigsten bei zahlreichen Negerstämmen, bei Malaien und bei einzelnen Gruppen der Südsee angetroffen. Über die Beweggründe wird von den Angehörigen der betreffenden Rassen sehr verschiedenes angegeben; man darf auf solche Aussagen kein größeres Gewicht legen. Es handelt sich bei den Zahndeformationen zumeist um aus alter Zeit überkommene, durch die Macht der Tradition erhaltene Sitten dunklen Ursprunges, denen von den Nachkommen nachträglich ein bestimmter Sinn unterlegt wird, ähnlich wie das ja auch für die Beschneidung gilt, der von den modernen Israeliten ebenfalls a posteriori mit Vorliebe ein hygienisches Mäntelchen umgehängt wird. Der Urquell dürfte bei der Mehrzahl der künstlichen Deformationen in einer bizarren Richtung des Schönheitsgefühls, in dem bei primitiven Völkern häufig anzutreffenden Bestreben, tierischen Formen zu gleichen oder von solchen abzuweichen, schließlich in abergläubischen Vorstellungen zu suchen sein.



Fig. 151.
Schädel eines Mozambiquenegers aus der Sammlung des Berliner Anatomischen Instituts. Künstliche Zuspitzung des I_1 sup. Nach Schröder.

Es ist leicht erklärlich, daß nur die in der Mundspalte sichtbaren Frontzähne den Gegenstand dieser Eingriffe bilden, und daß auch von diesen die stärker hervortretenden, auffallenderen oberen Schneidezähne bevorzugt werden. In der nachfolgenden Darstellung folge ich hauptsächlich Schröder.

Die am weitesten verbreitete Form ist die einfache Zuspitzung (Fig. 151), die gewöhnlich mit primitiven Steinwerkzeugen, Meißel und Hammer, ausgeführt wird; Feilen werden hierzu nur dort angewendet, wo die betreffenden Naturvölker schon mit Europäern in nähere Berührung gekommen sind. Zumeist werden die Seitenecken der Zähne so abgehauen,

[1] H. v. Ihering, Die künstliche Deformation der Gebisse. Zeitschrift für Ethnologie Bd. XIV, 1882.

[2] D. H. Schröder, Die künstliche Deformation des Gebisses. Greifswald 1906, Verl. Jul. Abel.

daß die Pulpahöhle uneröffnet bleibt, oft wird aber auch diese in Mitleidenschaft gezogen, wodurch dann wohl mancher Zahn zugrunde geht. Verbreitet ist die Sitte bei den Papuas von Neuguinea, den Negritos der Philippinen, den Malaien von Sumatra, Borneo und Celebes, einigen mittelamerikanischen Stämmen (hauptsächlich nur in der Vergangenheit, sehr spärlich auch noch heute bei den Azteken), in erster Reihe aber bei den Negerstämmen Zentralafrikas, in Senegambien, Ober- und Niederguinea, im Kongogebiet, im Gebiet rings um den Njassa usw. Schweinfurth, der die Sitte bei dem nilotischen Stamm Njamnjam beobachtete, sagt folgendes: »Das Spitzfeilen des Zahnes hat zum Zwecke, im Einzelkampfe oder im Ringen wirksam in die Arme des Gegners eingreifen zu können.« In der Tat dürften zugespitzte Zähne eine formidable Bewaffnung der Kiefer darstellen, deren Schlagkraft allerdings schon verhältnismäßig früh durch Abnutzung oder das wohl sehr leicht erfolgende Abbrechen wesentlich beeinträchtigt werden dürfte. Von anderer Seite wird das Zuspitzen der Zähne als Stammesabzeichen oder als kosmetischer Akt hingestellt; vielfach dürfte im Hintergrund auch das Bestreben stehen, dem Gesicht durch diese Verunstaltung ein tierisches — etwa krokodilartiges —, furchteinflößendes Aussehen zu verleihen.

Sehr verbreitet ist auch die Lückenfeilung, bei deren häufigster Form die inneren Kantenecken der oberen mittleren Schneidezähne abgeschlagen werden. Häufig wird dieser Typus verbunden mit dem Ausbrechen von zwei oder vier unteren Schneidezähnen; die Sitte scheint auf Afrika beschränkt zu sein. An der Loangoküste und in der Umgebung des Njassasees ist besonders die Zackenfeilung üblich, bei der die Zahnkrone entweder an der Schneide eingekerbt oder bogenförmig ausgerundet, oft auch ihres medialen oder lateralen Winkels beraubt wird. Bei den Massai soll nach Johnsons Erkundungen (1886) der künstlich angebrachte Defekt besonders beim Ausspucken des Speichels behilflich sein, welcher Akt in den Zeremonien dieses Volkes eine hervorragende Rolle spielt: jemanden anspucken gilt als Zeichen der Achtung und Freundschaft. Bei vielen Stämmen gehören die Zahnverstümmlungen zu den Pubertätsweihegebräuchen. Bei den Ovatero z. B. wird die schmerzvolle Operation des »Okuha« bei beiden Geschlechtern im Pubertätsalter vorgenommen, welche Operation darin besteht, daß die vier unteren Schneidezähne ausgebrochen und die zwei mittleren des Oberkiefers in Form eines umgekehrten V ausgefeilt werden. Es sind hier sehr verschiedene Formvariationen der Verstümmlung zu registrieren.

Die horizontale Verkürzung der Zähne von der Schneide her, oft bis zum Zahnfleisch, häufig verbunden mit einer muschelförmigen Ausfeilung der Vorderfläche der vier oberen Inzisiven, ist eine speziell malaiische Sitte; ihre eigentliche Heimstätte ist Java, Sumatra, Borneo, Flores, von hier hat sich der Brauch aber teilweise auch in das Gebiet der Papuas verbreitet. Die Malaien geben als deren Zweck an, daß der Mensch nicht wie ein Tier aussehen soll. Der Eingriff wird hauptsächlich als Pubertätsgebrauch ausgeführt. Eine ganz analoge Sitte ist bei den Indianern der Trinidadbai und bei den Thlinkiten der Nordwestküste Nordamerikas von Pelitot (1882) festgestellt worden.

Der roheste und unsinnigste Eingriff ist ohne Frage die vollkommene Entfernung der Zähne. Es werden je nach den Stämmen obere und untere, einer oder mehrere Schneidezähne, seltener Eckzähne ausgerissen. Gewöhnlich werden die Zähne durch einen Schlag gelockert und dann mit der Hand herausgenommen. Bei den Eingebornen Australiens ist dies die einzige Art der Gebißverstümmlung; sie dient hier als Stammesabzeichen. Die östlichen Polynesier, insbesondere die Eingebornen der Sandwich- und Tongainseln üben den Gebrauch als Trauerverstümmlung. Bei den Stämmen von Zentralcelebes (Torapo, Tobada, Tokulabe) wird nach Riedel (1880) die Operation nur an mannbaren Mädchen vorgenommen, angeblich aus dem Grunde: »quod mulier quondam

mariti membrum virile momordit«. In Formosa werden nach Joest (1882) den Mädchen im Pubertätsalter die beiden oberen Schneidezähne ausgeschlagen, »damit sie besser atmen können und mehr Wind (Beseelung) in sie hineinkäme«. In Afrika sind das Quellgebiet des Nils, ferner das Sambesi- und Kongobecken die hauptsächlichsten Heimstätten dieser Sitte. Am häufigsten werden hier die vier unteren Schneidezähne entfernt; infolge davon verlängern sich die oberen Incisivi und werden mit der Zeit durch die abnorme Art der Beanspruchung schief nach vorn und oben aus dem Kiefer herausgedrängt. »Ekelhaft erschienen alte Leute« — erzählt Schweinfurth — »dadurch, daß ihre stehengebliebenen oberen Schneidezähne durch den mangelnden Widerstand von unten zum Munde herausragten und sich gespreizt ausnahmen wie die Finger einer ausgestreckten Hand; solche Leute nennen die Nubier ‚Abu-Senun', das heißt Vater Raffzahn.« Bei anderen afrikanischen Völkern fallen wieder die oberen Inzisiven dem Brauch zum Opfer. Von hamitischen Völkern wird die Sitte berichtet von den Mangati, Lamgo-Wakidi und Wofiomi. Motiv: Eitelkeit, verkehrter Schönheitsbegriff. Nach Holub (1872) sagen die Frauen: »Männer, die mit ihrem ganzen Gebiß essen, sind wie Pferde, und wir wollen keine Pferde als Gatten haben.« Für Amerika wird das Ausbrechen der Zähne von den Guankawilkas am Golf von Guayaquil und den Feuerländern angegeben.



Fig. 152.

Schädel eines Malaien aus Makassar. Sammlung des Anthropologischen Instituts der Universität Budapest. Die vier oberen Schneidezähne keilförmig zugestutzt, der untere Rand mit zwei Kerben, die Lippenfläche mit zwei Längsfurchen versehen, die Alveolenwand im Oberkiefer bis zur Mitte der Wurzeln abgetragen. Die dunkle Färbung der Zähne, eine Folge des Betelkauens, wurde am Lichtbilde wegretuschiert.



Fig. 153.

Oberkieferfragment aus einem altindischen Grab im Campèchestaat. Schneide- und Eckzähne mit einem harten Stein von blaugrünlicher Farbe verziert. Nach Hamy aus Schröder, Fig. 23.

Viele Völker halten die weißen Zähne für unschön. Die Hindus von Gudscherat färben daher ihre Zähne rot, indem sie sie zunächst oberflächlich durch Tamarinden- und Zitronensaft entkalken, dann mit einem pflanzlichen Farbstoff imprägnieren. Vielverbreitet ist die Schwarzfärbung der Zähne, welche Geschmacksverirrung wahrscheinlich in der analogen unbeabsichtigten Verfärbung der Zähne durch das Betelkauen ihre Wurzel hat. Diese Sitte erstreckt sich, teilweise mit Beschränkung auf das weibliche Geschlecht, auf die mikronesischen Inseln Palau und Mariannen, auf das Gebiet der Papuas, auf die Nikobaren, auf Birma, Tonking, Siam, Formosa, teilweise

auch Japan. Mit verschiedenen Formen der Ausfeilung der Zähne kombiniert tritt uns die Schwarzfärbung des Gebisses bei den Malaien des Ostindischen Archipels (Ceram, Amboina usw.) entgegen (Fig. 152).

Eine harmlosere Sitte als die bisher geschilderten ist das Ausschmücken der Zähne durch Ziereinlagen. In Borneo und Sumatra wird der Brauch in der Weise ausgeführt, daß Löcher oder Furchen auf der Vorderfläche der Schneide- und Eckzähne angebracht und diese mit Metall, Perlmutter oder mit Steinen ausgelegt werden, wozu noch oft das Schwarzfärben der Zähne hinzukommt. Wie schon erwähnt, wurde dieselbe Sitte bei einzelnen präkolumbischen Völkern (Huazteken, Maya) Mittelamerikas festgestellt (Fig. 153). Schröder behauptet, daß diese Sitte auch den modernen Kulturvölkern nicht ganz unbekannt sei: »Die reiche Amerikanerin oder Pariserin liebt es, Diamanten in ihren Schneidezähnen zu tragen.« (?)

Schließlich ist es in einzelnen Gegenden Afrikas üblich, eine künstliche Prodentie der oberen Schneidezähne hervorzurufen. Die Oberzähne werden durch lange fortgesetzten Fingerdruck allmählich in eine nach vorn gerichtete horizontale Lage gebracht. Es kommen hierfür die ostafrikanischen Massai, die hamitischen Wofiomi und besonders die aus Arabern, Berbern und Negern gemischte Bevölkerung am Senegal in Betracht.

XVII. Topographie der Nerven mit Rücksicht auf die Leitungsanästhesie.

Seitdem im Jahre 1885 Hallstedt und Raymond zuerst die Leitungsanästhesie am Nervus lingualis und alveolaris inferior angegeben haben, ist dieser Eingriff nicht nur an den beiden genannten Nerven, sondern auch an anderen im Gebiet der Zähne und der Mundhöhle gelegenen Nerven zu einem allgemein geübten und wichtigen Verfahren der zahnärztlichen Operationstechnik geworden. Unter Leitungsanästhesie verstehen wir bekanntlich das Anbringen eines Anästhesiedepots nicht an der Peripherie, wo der operative Eingriff vorgenommen werden soll, sondern an einer höher gelegenen Stelle des Stammes desjenigen Nerven, der die betreffende Gegend mit seinen sensiblen Verästlungen versorgt. Die eigentliche Domäne der Leitungsanästhesie ist der Unterkiefer, während im Oberkiefer infolge der dünneren Beschaffenheit der Alveolenwände zumeist die einfache lokale Durchtränkung genügt, und nur wenn besondere Gründe vorliegen, z. B. bei ausgedehnter Eiterbildung, zur Leitungsanästhesie gegriffen werden muß.

Dem gesteigerten Interesse entspricht auch die literarische Regsamkeit, die sich hier kundgegeben hat. Aus den fast überreichen Veröffentlichungen habe ich nur die zusammenfassenden Darstellungen von Braun (1905), Guido Fischer (1911, 3. Aufl. 1914), Bünte und Moral (1909, 3. Aufl. 1920), Scharlau (1914) und Sicher (1920) hervor. Die neuesten Arbeiten zeichnen sich durch besonders genaue anatomische Angaben aus. Die topographisch-anatomischen Verhältnisse der betreffenden Nervenstellen stehen überhaupt im Mittelpunkt des Interesses, sie sind hier von eminent praktischer Wichtigkeit.

Wenn wir absehen von der schon in das Gebiet der großen Chirurgie gehörenden Anästhesierung des Stammes des zweiten und dritten Trigeminusastes an ihrem Austritt aus dem Foramen rotundum und ovale, so kommen folgende Nerven und Nervenaustrittstellen in Betracht:

1. Tuber maxillare, Nervi alveolares sup. post.; 2. Canalis infraorbitalis, Nervi alv. sup. ant.; 3. Foramen palatinum anterius s. majus, N. palat. ant.; 4. Foramen incisivum, N. nasopalatinus; 5. Foramen mandibulare, N. alveolaris inferior; 6. Foramen mentale, Nervi dentales et gingiv. anteriores; 7. Nervus lingualis; 8. Nervus buccinatorius.

Tuber maxillare.

Die Nervi alveolares superiores posteriores sind drei bis vier dünne Ästchen, die, aus der Flügelgaumengrube als Abzweigungen des Nervus infraorbitalis kommend, an der Rückfläche des Tuber maxillare in feinen Furchen des Knochens abwärts ziehen, um durch punktförmige, separate Öffnungen zu verschwinden. Sie laufen dann in zarten Kanälen oder Halbkanälen der Wandung der Kieferhöhle, beteiligen sich an der Bildung des Plexus dentalis und innervieren die hinteren Zähne und einen Teil der dazugehörigen Alveolarschleimhaut.

Untersucht man die Foramina am Tuber an einer größeren Anzahl von Schädeln, so findet man, daß sie sowohl ihrer Zahl als ihrer Lage nach Schwankungen unterworfen sind. Zumeist finden wir eine etwas größere Öffnung in der Höhe von etwa 2 *cm* über dem Alveolarrand des dritten Molarzahnes, daneben oder darunter noch zwei bis drei oder auch noch mehr kleinere Öffnungen, die sich bis in die Nähe des Alveolarrandes verlagern können.

Zur Anästhesierung dieser Nerven sticht man die Nadel am besten $^1/_2$—$^3/_4$ *cm* über dem bukkalen Zahnfleischrand des zweiten Molars in der Richtung der Wurzelspitze des dritten Molars, das heißt schief nach oben und hinten ein, bis die Nadel die Konvexität des Tuber maxillare erreicht hat, also etwa 2 *cm* tief. Nach Scharlau wird durch Anlegung eines Anästhesiedepots an dieser Stelle ein Gebiet unempfindlich, das sich auf die bukkale Fläche des Alveolarfortsatzes beschränkt und nach vorn bis in die Gegend zwischen dem ersten Molar und dem zweiten Prämolar reicht; manchmal liegt die Grenze der Anästhesie um die Breite eines halben Zahnes mehr distal oder proximal. Da die palatinale Seite der Alveolenwand nicht unempfindlich wird, kann man natürlich in dem eben genannten Gebiet durch die isolierte Injektion am Tuber allein keine schmerzlose Extraktion erzielen; es ist dazu noch eine lokale Injektion oder die Anästhesierung des N. palatinus anterior nötig.

Nervus infraorbitalis.

Der Nervus infraorbitalis, die rein sensible Hauptfortsetzung des zweiten Trigeminusastes, läuft am Boden der Augenhöhle zuerst im Sulcus, dann im Canalis infraorbitalis, um am Gesicht durch das Foramen infraorbitale hervorzutreten. Während seines Verlaufes im Kanal, unweit von dessen vorderem Ende, gibt er die Nervi alveolares medius und anterior für den Eckzahn und die Schneidezähne sowie für die Schleimhaut des dazugehörigen Alveolarteiles ab. Der Nerv erscheint am Foramen und entfaltet, zwischen Musc. caninus und quadratus labii superioris in Fett und Bindegewebe eingehüllt, seine fächerförmige Verästlung, den Plexus infraorbitalis oder Pes anserinus minor, dessen Äste die Oberlippe, einen Teil der Wange, den Nasenflügel und die Seitenwand der Nase, den medialen Abschnitt des unteren Augenlides und schließlich die Gingiva der Frontzähne mit Empfindungsnerven versorgen.

Über die topographischen Verhältnisse des N. infraorbitalis liegen vom Gesichtspunkt der Leitungsanästhesie sehr genaue Untersuchungen vor, von denen ich die Arbeiten von Bünte und Moral und Cieszyński[1] hervorhebe. Das Loch liegt an der höchsten Stelle der Fossa canina; diese verschmälert sich gewöhnlich von unten nach oben und endigt mit dem Foramen. Schiebt man den Finger in der Fossa nach oben, so fühlt man deren allmähliche Verschmälerung und kann ohne weiteres die Stelle der Öffnung feststellen, die sich übrigens auch schon durch die Druckempfindlichkeit des Nerven kundgibt. Vom unteren Rand der Augenhöhle ist der obere Rand des gewöhnlich etwas schief mit dem oberen Ende medianwärts gerichteten elliptischen Loches zumeist 7—8 *mm* entfernt (eigene Messung an 260 Schädeln), auf den Margo infraorbitalis bezogen liegt es einwärts von dessen Mitte, etwas lateral von der Grenze des medialen und mittleren Drittels. Die ganze Gegend zwischen Margo und Foramen ist leicht erkerartig hervorgewölbt. Es finden sich an dieser Stelle am Knochen zwei Suturen, von denen aber nur eine konstant ist: die Sutura zygomatico-maxillaris, die medialwärts von ihr befindliche senkrechte Sutura infraorbitalis ist nicht beständig. An der Stelle der erstgenannten Sutur erhebt sich der Knochen oft zu einem kleinen unregelmäßigen Höcker, der wegen seiner Lage unmittelbar über dem Loch als Wegweiser zum Auffinden des N. infraorbitalis dienen kann. Die Häufigkeit dieses Höckers beträgt nach Cieszyński 61·5%, doch liegt der Höcker nicht immer senkrecht über der Öffnung, er kann im Verhältnis zu dieser 3—6 *mm* median- oder lateral-

---

[1] A. Cieszyński, Zur endoneuralen perkutanen Injektionstechnik des Nervus infraorbitalis. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 34, 1918, S. 36.

wärts verschoben sein; er zeigt sich unabhängig von den beiden Nähten, sein Zusammentreffen mit der Sut. zyg.-maxillaris ist sozusagen zufällig, oft gehört er der anderen Naht oder dem Zwischenraum zwischen beiden an.

Zum Zweck der Leitungsanästhesie wird der Nerv entweder von der Haut oder von der Umschlagsfalte der Vestibularschleimhaut her mit der Spritze zu erreichen gesucht. Bei der perkutanen Methode, die neuerdings von Braun (1913), Partsch (1917) und Kreucker (1916) befürwortet worden ist, wird die Spitze sofort in der Richtung des Kanals eingestochen, um sie auch einigermaßen in den Kanal einführen zu können. Dieses ist nämlich notwendig, um auch die aus dem noch im Kanal laufenden Abschnitt des Nerven abgehenden mittleren und vorderen Alveolarnerven, auf die es ja hauptsächlich ankommt, mit in den Bereich der Anästhesie zu bekommen. Dazu wird die Nadel etwa 1 *cm* tief in den Kanal eingeführt; ein tieferes Eindringen ist nicht nötig und auch nicht angezeigt, weil sich der Kanal durchschnittlich 16·5 *mm* hinter dem Orbitalrand zum Sulcus eröffnet und man infolgedessen Gefahr läuft, mit der Nadel die im unteren Teil der Orbita befindlichen Gebilde, in erster Reihe den unteren Ast des Nervus oculomotorius, zu verletzen. Die Richtung des Kanals ist, von der Haut ausgehend, eine schief von vorn medial-unten nach hinten-lateral-oben verlaufende, doch wird die Regelmäßigkeit dieses Verlaufes oft dadurch beeinträchtigt, daß sich der Kanal an seinem fazialen Ende kurz vor dem Austritt des Nerven bogenförmig nach unten krümmt, so daß es manchmal kaum möglich ist, die Nadelspitze in gewünschter Tiefe einzuführen.

Bei der intraoralen Methode benutzt man als Einstichstelle die Umschlagsfalte der Schleimhaut im Niveau des Eckzahnes, aber noch auf der Seite der Lippe. Sie entspricht fast der Wurzelspitze dieses Zahnes. Die Entfernung von dem Einstichspunkt bis zum Kanal beträgt etwa 2 *cm*; die Verbindungslinie zwischen den zwei Punkten läuft nicht senkrecht, sondern schief nach oben und lateralwärts. Die Spritze muß zunächst im Anschluß an den Oberkieferknochen in der geschilderten Richtung eingestochen werden, nach Erreichung des Loches soll aber der Spritzenkörper vom Knochen stark abgehoben werden, bei unverändert schiefer Haltung im Verhältnis zur senkrechten Medianlinie; auf diese Weise gelingt es unschwer, das Foramen zu finden und die Spitze in den Kanal einzuführen.

Gelegentlich finden sich zwei bis drei Öffnungen, ein größeres und ein bis zwei kleinere medial, unten oder oben. 6—12 *mm* weit von der Mündung vereinigen sich aber diese Kanäle, so daß man bei entsprechend tiefer Injektion auch die Empfindlichkeit dieser Äste ausschalten kann.

Das anästhesierte Gebiet des Alveolarfortsatzes reicht bei der tiefen Injektion des N. infraorbitalis auf der bukkalen Seite vom ersten Prämolar bis zur Mitte des medialen Incisivus; medial hiervon kommen bereits die

von der anderen Seite her die Mittellinie überkreuzenden Äste zur Geltung. Auf der palatinalen Seite ist die Anästhesierung sehr gering, da hier der N. palatinus anterior und naso-palatinus das Feld beherrschen. Will man sämtliche Oberzähne schmerzlos extrahieren, so sind außer dem N. infraorbitalis und den Nerven am Tuber maxillare auch diese Nerven zu anästhesieren.

Das bukkale Schleimhautgebiet der beiden oberen Prämolaren wird weder bei der isolierten Injektion des Tuber noch bei der des Canalis infraorbitalis vollkommen empfindungslos, es wird nur in seiner Empfindlichkeit herabgesetzt. Dies erklärt sich daraus, daß dieses Gebiet gemeinsam von den am Tuber eintretenden und den sich im vorderen Teil des Infraorbitaliskanals ablösenden Nerven innerviert wird.

Nervus palatinus anterior.

Das Foramen palatinum anterius oder majus, aus dem der Nerv auf die freie Gaumenfläche tritt, befindet sich dicht an der medialen Seite des dritten Molarzahnes in einem etwas höheren Niveau als dieser, in der Tiefe der Furche, die einerseits vom horizontalen hinteren Teil des harten Gaumens, anderseits von der steilen, fast senkrechten inneren Alveolarwand gebildet wird. Bei noch nicht durchgebrochenem Weisheitszahn liegt die Öffnung entsprechend dem distalen Rand des zweiten Molars, beim Kind in demselben topographischen Verhältnis zum zweiten Milchmolar respektive ersten Dauermolar. Osteologisch wird sie von zwei Knochen gemeinsam gebildet, ihre mediale Umrandung von einem Ausschnitt der horizontalen Gaumenbeinplatte, ihre laterale Seite vom Alveolarteil des Oberkieferknochens. Die Öffnung ist zumeist schmal, elliptisch, mit der Längsachse parallel mit dem Alveolarfortsatz gestellt, sie befindet sich am Grunde einer trichterförmigen Vertiefung, etwa 0·5 *cm* nach vorn vom Ende des Processus alveolaris. Infolge seiner tiefen Lage ist der hier in Begleitung der gleichnamigen Blutgefäße hervortretende Nerv präparatorisch nicht leicht zu erreichen und darzustellen, wozu auch die straffe, feste Beschaffenheit der die trichterförmige Vertiefung ausfüllenden und zeltförmig bedeckenden Schleimhaut das ihrige beiträgt.

Das Loch ist die untere Mündung des Canalis pterygopalatinus, durch den der vom zweiten Trigeminusast kommende sensible Nerv senkrecht aus der Flügelgaumengrube herunterzieht. Am Gaumen angelangt wendet sich der Nerv nach vorn, um, in einen stärkeren und in mehrere schwächere Äste geteilt, in einer tieferen und sehr häufig noch in einer medial davon gelegenen seichteren Furche, in Gemeinschaft mit den vorderen Palatinalgefäßen nach vorn und etwas medianwärts zu ziehen, immer an der Grenze des Gaumens und des Alveolarteiles. Vorn tritt der Nerv in Verbindung mit den Endästen des Nervus nasopalatinus.

Foramen palatinum anterius heißt das Loch, trotz seiner im hinteren Teil des Gaumens befindlichen Lage, eigentlich etwas irreführend, weil sich dahinter, schon im Bereich des Pyramidenfortsatzes des Gaumenbeins, zwei weitere kleinere Öffnungen, die Foramina palatina posteriora oder minora befinden, durch die die Nerven des weichen Gaumens, die Nervi palatini posteriores oder minores, samt entsprechenden Gefäßen zum Vorschein kommen.

Nach Bünte und Moral kann man am Lebenden die günstige Stelle zum Einstich meist leicht sehen, da sich etwas nach vorn vom For. palat. anterius eine kleine Einziehung der Schleimhaut zeigt und besonders mit dem tastenden Finger herausfühlen läßt. Dieser Einziehung entsprechend wird die Nadel in der Richtung von vorn-unten nach hinten-oben eingeschoben; die Nadelspitze gelangt bei dieser Richtung bald in das Gebiet des Foram. palatinum, was sich durch Fehlen eines Widerstandes zu erkennen gibt.

Das Gebiet, das durch Anlegung eines Anästhesiedepots am Foramen palat. anterius anästhesiert wird, umfaßt den größten Teil des harten Gaumens und der lingualen Seite des Alveolarfortsatzes; auch der weiche Gaumen ist dem Hauptteil nach in die Anästhesiezone mit einbezogen. Über die Mittellinie des Gaumens scheinen die Nerven der einen Seite nicht zu gehen. Nach Scharlau ist es auffallend, daß der hinter dem dritten Molar gelegene, in die Mundhöhle hineinragende hintere, abgerundete Teil des Alveolarfortsatzes, das Tuber retromolare, oft sogar auf der bukkalen Seite, in einem Gebiet, das den dritten Molar umgreift, anästhesiert erscheint. Von hier geht dann die Grenze schief zum Caninus, wo sie sich mit der lateralen Grenzlinie vereinigt.

Nervus nasopalatinus.

Der Nervus nasopalatinus Scarpae ist hauptsächlich der Nerv der Nasenscheidewand und des Nasenhöhlenbodens und gelangt nur mit seinem Endast, das Foramen incisivum zum Durchtritt benutzend, zum Gaumen. Er innerviert an letzterem das Gebiet der Gaumenpapille und die linguale Alveolarschleimhaut im Bereich der vier Schneidezähne. Die Gaumenäste des Nerven verbinden sich mit der Endausbreitung des N. palatinus anterior, so daß die beiden Nerven gleichsam eine den harten Gaumen umfassende Schlinge miteinander bilden. Vor seinem Eintritt in den Can. incisivus am Boden der Nasenhöhle anastomosiert der Nerv mit dem feinen Ramus nasalis des Nerv. alveol. super. anterior.

Der hintere Rand des Loches liegt 1—1·5 *cm* hinter der Papille, in der die distalen Ränder der beiden Canini verbindenden Querlinie. Am Schädel bietet das Foramen außerordentliche Verschiedenheiten in seiner

Weite dar; beim dünnen, atrophischen Typus des harten Gaumens kann es in der Querrichtung bis 1 *cm* breit sein.

Die Lage des Foramens ist in den meisten Fällen schon äußerlich daran zu erkennen, daß sich kurz vor ihm die Schleimhaut zu einer birnförmigen oder rundlichen Vorwölbung, der Papilla incisiva, erhebt. Das Loch öffnet und erweitert sich nach vorn. Es empfiehlt sich daher, bei der Injektion in der Richtung des Kanals, nämlich schief nach hinten-oben, einzudringen.

Nach Fischer und Scharlau bietet die Injektion am For. incis. keine besonderen Vorteile; die ausgeschaltete Zone ist sehr klein, der Einstich selbst schmerzhaft. Die palatinale Injektion hinter den einzelnen Zähnen ist vorzuziehen. Die Innervationszone des Nerven läßt sich nach Scharlau am besten in negativer Weise bestimmen als das Gebiet, das bei der Leitungsanästhesie des N. palatinus anterior empfindlich bleibt. Die hintere Grenze dieses Gebietes scheint ungefähr dem Verlauf der Sutura incisiva zu folgen: sie läuft von einer ein wenig hinter dem Foramen incisivum gelegenen Stelle beiderseits in einem flachen, nach vorn offenen Bogen zur Gegend des Eckzahnes.

N. alveolaris inferior.

Der in seinem ersten Stück gemischte N. alveolaris inferior entspringt als der stärkste Zweig des dritten Trigeminusastes dicht unter dem Foramen ovale aus dem gemeinsamen Nervenstamm und zieht dann, in lockeres, fetthaltiges Bindegewebe eingebettet, zuerst, etwa 1 *cm* lang, an der Innenseite des M. pterygoideus externus, dann während eines weiteren Zentimeters zwischen diesem und dem Pterygoideus internus herunter, in der Richtung von oben nach unten und von innen nach außen. Unmittelbar vor sich hat er den Nervus lingualis, der sich von ihm erst weiter unten trennt, indem er mehr nach vorn ablenkt. Am unteren Rand des äußeren Flügelmuskels gelangt der N. alveolaris inf. in den von lockerem Bindegewebe und einem flachen Fettkörper ausgefüllten Raum zwischen dem M. pterygoideus internus und der inneren Fläche des Unterkieferastes oberhalb des Einganges des Canalis mandibularis. Es ist dies ein schmales keilförmiges Spatium Spatium pterygoideo-mandibulare, Eisler[1]) mit oberer, vom unteren Rand des äußeren Flügelmuskels gebildeter Basis; die mediale Wand ist schief nach unten-außen gerichtet, sie wird vom inneren Flügelmuskel beigestellt, und auf dieser Wand läuft der Nerv, so daß er mit dem Knochen einen spitzen Winkel in der Frontalebene bildet. Den Knochen erreicht er erst dicht am Foramen. Hier hat er die gleichnamige Arterie und Vene hinter

---

[1] P. Eisler, Die Muskeln des Stammes. Jena 1912, S. 218.

sich, die sich aber in ihrem Verlauf von ihrem Ursprung an mehr an den Knochen halten. Im untersten Zentimeter seines Verlaufes oberhalb des Foramen mandibulare wird der Nerv medianwärts vom Ligamentum sphenomandibulare bedeckt. Das Ligament liegt mit seinem oberen, schmäleren (5 *mm*) Teil hinter dem Nerven, der untere Teil geht unter starker Verbreiterung (auf 8 *mm*) schief nach vorn, heftet sich an der Lingula und am dahinter befindlichen scharfen unteren Rand des Kanaleinganges an (nicht an der Linea pterygoidea, wie Sicher[1] angibt), zieht aber dann noch eine Strecke weiter abwärts, wobei er den Sulcus nervi mylohyoidei überbrückt, um sich weiter unten unmerklich im Periost des Unterkiefers zu verlieren. Bloß der oberhalb des Foramen gelegene verbreiterte Teil des Ligaments bedeckt den Nerven, der von der vorderen Seite her unter das Ligament tritt. Etwas oberhalb des Kanaleinganges gibt der Nerv den feinen, vorwiegend motorischen Nervus mylohyoideus ab, der in der nach ihm benannten schmalen, scharfrandigen Furche nach vorn-unten zieht, um den Musculus mylohyoideus und den vorderen Biventerbauch zu innervieren; von hier an ist der Nerv rein sensibel. Den Nervus lingualis finden wir in der Höhe des Foramen mandibulare schon in einer Entfernung von 8 bis 10 *mm* vor dem N. alveolaris inferior.

Zum Zweck der Leitungsanästhesie ist der Nervus alveolaris inferior dicht über seinem Eintritt in den Kanal von drei Seiten her zugänglich: von hinten, von unten und von vorn. Der hintere Weg ist kaum praktikabel wegen des zu durchsetzenden empfindlichen Parotisgewebes, ferner der im Wege tehenden wichtigen Gebilde (Carotis externa, Vena facialis post., N. facialis), deren Verletzung nicht sicher zu vermeiden ist. Der untere Weg, scheinbar der einfachste, ist gleichfalls wenig zu empfehlen, da er länger ist als der vordere, durch den resistenten, straffen, sehnigen Ansatz des Musc. pterygoideus internus hindurchführt und überdies den Nachteil eines extraoralen Eingriffes an sich trägt. Dazu kommt der weitere Nachteil, daß bei diesem Verfahren eine vollkommene Anästhesierung der Unterzähne noch ein separates Aufsuchen des N. lingualis erfordert, während bei der intraoralen Methode beide Nerven während desselben Einstiches überschwemmt werden können.

Wir wollen daher nur den dritten Weg, nämlich den von vorn, genauer untersuchen, wobei wir besonders auf die Darstellungen von Seidel[2] und Sicher Bezug nehmen, die wir bei der präparatorischen Nachprüfung als richtig befunden haben. Der Zielpunkt ist nicht genau das Foramen

---

[1] H. Sicher, Die anatomischen Grundlagen der intraoralen Leitungsanästhesie am Nervus alveolaris inferior. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie Jahrg. XVII, 1919, S. 149.

[2] Seidel, Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen, Heft 28.

mandibulare, das ungefähr in der Höhe der Kauflächen der unteren Molarzähne liegt, sondern eine Stelle etwas oberhalb der Öffnung. Da sich bei dem Aufsperren des Mundes die Gegend des Foramen natürlich bedeutend weniger senkt als die Molarzähne, kreuzt sich die Einstichsrichtung, wenn sie sagittal von vorn nach hinten ausgeführt wird, schief mit der Längsachse des Ramus, deshalb muß der Einstichspunkt beträchtlich höher als die Kaulinie der unteren Mahlzähne, etwa 1·5 *cm* über ihr, gewählt werden.

Um die Stelle des Einstiches genauer präzisieren zu können, müssen wir zunächst die Verhältnisse hinter dem letzten Molarzahn bei geöffnetem Mund einer genaueren Betrachtung unterziehen. Gehen wir an der Innenfläche der Wange entlang nach hinten, so stoßen wir bald auf den vorderen scharfen Rand des Unterkieferastes, der sich weiter oben fast unmerklich in den sehnigen Ansatz des Temporalmuskels fortsetzt. Einwärts von dieser Kante folgt die bei geöffnetem Mund senkrecht stehende breite, furchenartige Vertiefung, die wir bei der Beschreibung der Osteologie des Unterkiefers als Recessus mandibulae bezeichnet haben. Bünte und Moral[1] haben ihr den Namen Fovea retromoralis gegeben; diesen Namen halte ich nicht für zweckmäßig, erstens weil die Grube nicht so sehr hinter als vielmehr lateral und oberhalb des letzten Molars gelegen ist, zweitens kann es bei dieser Namengebung zu leicht zu einer Verwechslung mit dem Trigonum retromolare (Braun) oder postmolare (Klaatsch) kommen, welches oft als Vertiefung, also als richtige Fovea retromolaris, erscheint.

Einwärts vom Rezeß stößt der Finger auf einen teils durch Knochen, teils — weiter oben — durch Sehnensubstanz gebildeten Vorsprung. Unten reicht dieser nicht bis zu dem letzten Molarzahn, sondern wird von diesem durch das kurze, flache, manchmal sogar leicht vertiefte Trigonum postmolare geschieden. Erst hinter und über diesem folgt der Knochenvorsprung, welcher in variabler Weise entwickelt, manchmal als sehr kräftiger Wulst ausgeprägt ist. Wir haben ihn bei der osteologischen Beschreibung des Unterkiefers als Torus verticalis oder einfach als Torus mandibulae kennengelernt. Wie erinnerlich, wird er durch die Kreuzung der vom Proc. coronoideus und vom Proc. condyloideus kommenden Trajektorienzüge hervorgerufen. Am Torus setzt sich die sehnige tiefere Portion des Musc. temporalis an; verfolgen wir den Torus nach oben mit dem Finger, so merken wir, daß der Knochen allmählich durch den senkrechten Sehnenstrag ersetzt wird.

Einwärts von der Toruskante folgt nun eine ziemlich breite Weichteilfalte, die sich bei dem Aufsperren des Mundes nach hinten und ein-

[1] H. Bünte und H. Moral, Beiträge zur Leitungsanästhesie mit besonderer Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. XXV, 1909, S. 652.

wärts von den Molarzähnen zwischen Ober- und Unterkiefer ausspannt. Sie geht an ihrem unteren Ursprung nicht gleich hinter dem unteren Weisheitszahn aus, sondern ist von ihm durch das Spatium coronoideo-molare, dessen Basis das Trigonum postmolare bildet, getrennt. Die Falte ist von der Toruskante durch keine Furche geschieden, sie schließt sich an sie unmittelbar, nur mit dem tastenden Finger von ihr unterscheidbar, an und verbreitert sich von unten nach oben in der Frontalebene ganz beträchtlich, so daß sie bei der Betrachtung von vorn dreieckig erscheint. Es ist dies die Plica pterygomandibularis.

In der Plica liegt am oberflächlichsten, gleich unter der Schleimhaut, die Raphe pterygomandibularis, das heißt der sehnige Streifen, der sich vom Hamulus pterygoideus zur Spitze des Trigonum postmolare (nicht zum hinteren Ende der Linea mylohyoidea, wie Sicher angibt) sehr schräg von oben nach unten und von innen nach außen ausspannt und der einerseits nach vorn-lateral den Faserbündeln des M. buccinator, anderseits nach hinten-medial denen des M. bucco-pharyngeus zum Ursprung dient, wobei aber oft die Fasern der beiden Muskeln über die Raphe weg direkt ineinander übergehen. Es ist zu bemerken, daß die hinterste Abteilung des M. buccinator nicht von hinten nach vorn, sondern fast in der Frontalebene vor dem Recessus mandibulae und dem Torus quer auswärts zieht. Hinter der Raphe und der schwachen Muskelschicht der beiden genannten Muskeln liegt sodann sogleich der vordere Rand des Musc. pterygoideus internus als eigentlicher Hauptbestandteil der Plica pterygomandibularis. Die Raphe bildet sozusagen nur ihre Kante, und zwar die innere Kante der dreieckigen Falte; ein weiterer Bestandteil der Falte, und zwar in ihrer lateralen Abteilung, ist ein Lager von Fett (Bichatscher Pfropf) und Bindegewebe.

Der Einstich erfolgt auswärts von dieser Plica, zwischen ihr und dem Toruswulst oder richtiger dicht an der Innenfläche des Torus, wie gesagt etwa in einer Höhe von 1·5 *cm* über der Ebene der unteren Molarzähne. Hier gelangt die Nadel, nach Durchsetzung der Schleimhaut, der frontal verlaufenden Abteilung des schwachen Musc. buccinator und der Fascia bucco-pharyngea, in den vorhin als Spatium pterygomandibulare bezeichneten, von lockerem Bindegewebe und einem Fettkörper ausgefüllten schmalen Raum. Etwa 0·75 *mm* nach dem Einstich begegnet die Nadel dem N. lingualis, der medianwärts von der Einstichstelle liegt und hierbei gleich durch ein Depot von Einspritzungsflüssigkeit anästhesiert werden kann. Die Nadel bewegt sich im Zwischenraum zwischen dem inneren Flügelmuskel und dem Knochen, welcher Zwischenraum unten schmal, oben schließlich in der Frontalebene 5—7 *mm* breit wird, doch bleibt die Nadelspitze im Anschluß an den Knochen, das heißt an die laterale Wand dieses Raumes.

Infolge der Senkung des Unterkiefers kreuzt die in sagittaler Richtung eingestoßene Nadel den Torus nicht senkrecht auf seinen Verlauf, sondern schief, weiter hinten ist es auch nicht mehr der Torus, an dem die Nadel entlang gleitet, sondern der hintere obere Teilungsast desselben, die Crista endocondyloidea. Hinter dem Torus und hinter dieser Crista liegt im Niveau, in dem sich die Nadel bewegt, eine zum Foramen mandibulare hinführende Furche, der Sulcus retrotoralis (Sulcus mandibularis, Loos[1]; Sulcus colli mandibulae, Sicher). Die Furche geht bei geschlossenen Kiefern schief von hinten-oben nach vorn-unten, bildet also einen spitzen Winkel mit dem N. alv. inf., der von vorn-oben kommt. Furche und Nerv stehen aber noch in einem zweiten Winkelverhältnis zueinander, nämlich in einem solchen in der Frontalebene, da die innere Knochenfläche des Ramus in ihrem absteigenden Lauf von außen nach innen, der Nerv dagegen von innen nach außen zieht. Dieser letztere Winkel wird durch das Öffnen des Mundes nicht beeinflußt, dagegen wird der erstgenannte Winkel durch die sich der senkrechten nähernde Richtungsänderung des Sulcus retrotoralis etwas geringer, schließlich gelangt das Endstück des Nerven in die Ebene des Endstückes der Furche, ohne sich aber eigentlich in die Furche hineinzulegen. In praktischer Hinsicht kann aber das letzte Stück der Furche als Zielpunkt der Injektion ins Auge gefaßt werden. Die Nadelspitze soll tastend am Torus vorbeigeführt werden; sobald der Widerstand von der lateralen Seite aufhört, was ungefähr in der Tiefe von 1·5 *cm* der Fall ist, ist der Sulcus erreicht, und nun soll der Spitze der Nadel eine derartige leichte Wendung gegeben werden, daß sie sich ein wenig in die Furche einsenkt, wodurch die Injektionsflüssigkeit medianwärts vom Nerven und dem Ligamentum sphenomandibulare deponiert werden kann.

Der N. alveolaris inf. beherrscht mit seinen Verzweigungen die bukkale respektive labiale Seite des unteren Alveolarfortsatzes bis zum Alveolarkamm hinauf, mit zwei Einschränkungen. Zunächst müssen wir aus diesem Gebiet die Innervationszone des Nervus buccinatorius ausschalten, die nach Scharlau von der Mitte des zweiten Molars bis etwa zur Mitte des zweiten Prämolars reicht. Diese Zone, die manchmal etwas ausgedehnter oder beschränkter ist, bleibt natürlich bei der Anästhesie des N. alv. inf. empfindlich. Zweitens kommt ein anderer Umstand hinzu. Braun, G. Fischer u. a. stellten fest, daß durch die Leitungsanästhesie des N. alv. inf. eine vollkommene Wirkung nur bis zum Caninus, im besten Falle bis zum lateralen Schneidezahn zu erzielen ist; einwärts davon sind Gingiva und Periodontium zwar in ihrer Sensibilität stark herabgesetzt, aber nicht vollkommen empfindungslos. Diese Erscheinung ist auch hier, wie im Oberkiefer, auf Überkreuzungen der beider-

[1] O. Loos, Zur Topographie der Injektion auf den Nervus alveolaris inferior. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Bd. 31, 1913, S. 557.

seitigen Nerven zurückzuführen, eine seit Zanders Untersuchungen allgemein bekannte Erscheinung des peripherischen Nervensystems, nicht nur hier, sondern auch an anderen Stellen der Mittellinie des Körpers. Es kommen namentlich im Innern des Knochens erfolgende Überkreuzungen der beiderseitigen Nervi alveolares inferiores und für die Rückfläche des Alveolarfortsatzes Überkreuzungen der Verästlung der beiden Nervi linguales in Betracht. Will man eine vollkommene Anästhesierung auch der unteren Frontzähne und des dazugehörigen Alveolarteiles an der bukkalen Seite erzielen, so ist es daher angezeigt, zumindest noch im anderseitigen Foramen mentale ein Anästhesierungsdepot anzubringen.

Foramen mentale.

Der Nervus mentalis ist ein Nebenast des im Canalis mandibularis bis zur Mittellinie ziehenden N. alveolaris inferior. Sein Innervationsgebiet umfaßt die Haut der Kinngegend und der Unterlippe sowie den Lippensaum und die Schleimhaut der letzteren, für Zähne und Zahnfleisch kommt daher die Anästhesierung des Nerven nicht in Betracht. Wohl aber kann es angezeigt sein, um eine vollkommene Unempfindlichkeit der unteren Schneidezähne und ihres bukkalen alveolaren Schleimhautgebietes zu erzielen, das mediane Endstück des N. alveol. inferior eventuell beiderseitig der Leitungsanästhesie zu unterziehen. Dieses ist möglich durch Anlegung eines Anästhesiedepots an oder im Foramen mentale.

Das Foramen stellt sich in der Regel als elliptische Öffnung dar; es liegt in der Mittelhöhe des Unterkiefers, also in gleicher Entfernung (etwa 15 *mm*) vom Alveolarrand und von der Basis mandibulae, und zwar in der einen Hälfte der Fälle unter dem zweiten Prämolar, in der anderen Hälfte unter dem Interalveolarseptum zwischen diesem und dem ersten Prämolarzahn. Es hält die Mitte ein zwischen dem vorderen Masseterrand und der Mittellinie (Péter 1919). Beim Kind befindet sich das Loch weiter medianwärts, etwa in 60% unter dem ersten Milchmolar; besonders ausgesprochen ist die medialere Lage bei Neugebornen und Kindern im ersten halben Lebensjahr, wo das Foramen zwischen Milchcaninus und erstem Milchmolar liegt. Bei der Atrophie des Greisenkiefers nach Verlust der Zähne rückt das Loch höher, es kann sich ganz am Alveolarrand befinden.

Der Durchmesser des Loches variiert, es kann auffallend weit oder ganz eng sein, gewöhnlich beträgt sein Längsdurchmesser etwa 4 *mm*. Das Loch ist nicht, wie man meinen sollte, nach unten und medianwärts, sondern im Gegenteil nach oben und lateral oder direkt nach oben gerichtet. Es hängt dies zusammen mit der schon auf S. 42 ausführlich besprochenen merkwürdigen Tatsache, daß der Nervus mentalis beim Menschen — gerade nur beim Menschen — an seinem Ursprung aus dem N. alveol.

inf. eine S-förmige Schlinge bildet. Die erste rückläufige Krümmung, deren Folge die mit dem Verästlungsgebiet des N. mentalis kontrastierende Richtung des Foramen mentale ist, findet sich noch innerhalb des Kanals, die zweite, die dann den Nerven in die richtige Direktion bringt, schon außerhalb der Öffnung. Steckt man am Schädel eine Nadel in die Öffnung, so kann diese in der Regel 1—2 *cm* tief gegen die Mittellinie und nach unten in den Kanal hineingeführt werden, nicht so regelmäßig ist dies in entgegengesetzter Richtung möglich. Kanal, Nerv und Gefäße endigen natürlich nicht am Foramen, sondern ziehen im Innern des Knochens noch quer gegen die Symphyse weiter; der Nerv versorgt nicht nur die Schneide- und Eckzähne, sondern durch feine Öffnungen des Knochens (Foraminula mentalia externa und interna) auch die Haut der Kinngegend und das Zahnfleisch an der Labialseite des Alveolarfortsatzes.

Bedeckt wird das Loch und der aus ihm hervortretende Nervus mentalis durch die Musculi triangularis und quadratus labii inf. Die Öffnung ist nicht selten von außen herauszufühlen. Sie liegt etwa 8 *mm* unter der Umschlagsfalte der Vestibularschleimhaut. Gelegentlich kommt es vor, daß sich statt der einfachen Öffnung ein doppeltes oder ein dreifaches Foramen findet.

Um am Foramen mentale ein Depot anzulegen, orientiert man die Spritze schräg von hinten-oben nach vorn-unten auf das Foramen zu und sticht an der Umschlagsfalte der Schleimhaut unter dem distalen Rand des zweiten Prämolars oder ein klein wenig weiter medial ein, je nachdem man das Foramen unter dem zweiten Prämolar oder zwischen diesem und dem ersten vermutet. Etwa in der Mitte zwischen der Basis mandibulae und dem Alveolarrand stößt man auf das Foramen, wobei man die Spitze ein wenig in die Öffnung senken kann.

Das so erzielte anästhetische Gebiet grenzt sich distal mit dem Eckzahn oder dem ersten Prämolar ab, medial reicht es bis zur Mittellinie, beschränkt sich aber nur auf die Labialseite des Alveolarteiles, da dessen Rückfläche vom Lingualis versorgt wird. Die Anästhesie ist nicht immer eine vollkommene infolge der Überkreuzung der Nerven. Um die Extraktion einzelner Frontzähne schmerzlos vornehmen zu können, wird man wohl im allgemeinen mit der lokalen Anästhesie zum Ziele gelangen.

Nervus buccinatorius.

Der rein sensible Nervus buccinatorius tritt, gewöhnlich zusammen mit dem motorischen N. temporalis profundus anterior, durch die Spalte zwischen oberer und unterer Portion des Musc. pterygoideus externus, seltener am unteren Rand des letztgenannten Muskels hervor und gelangt bald über dem Fettpfropf der Wange an die Außenfläche des Musc. buccinator, auf

der er, eingehüllt in die Fascia buccopharyngea, in der Höhe der Mundspalte gegen den Mundwinkel zieht. Da der Nerv einen nicht unwesentlichen Anteil an der Innervation der Schleimhaut des Alveolarfortsatzes des Unterkiefers hat, ist seine separate Anästhesierung, die übrigens höchst einfach ist, zur Erreichung einer vollständigen Unempfindlichkeit im Bereich der Unterzähne unentbehrlich.

Bei geschlossenen Kiefern verläuft der Nerv auf dem Buccinator genau in der Linie der Mundspalte. Dieses Verhalten ändert sich aber etwas bei dem Öffnen des Mundes. Das Ende des Nerven wird mit dem Mundwinkel herabgezogen, während sich dessen Austrittstelle aus der »Cavitas buccalis«, das heißt der Spalte zwischen Unterkieferast respektive Musc. temporalis und Buccinator, nur ganz wenig nach unten verlagert, so daß der bis dahin an der Wange quer verlaufende Nerv nun einen schief absteigenden Verlauf annimmt, ungefähr in der Verbindungslinie der Kaufläche des letzten oberen Molars mit dem Mundwinkel. Es wird zur Anästhesierung des Nerven von der inneren Seite in die Wange eingestochen, und zwar in der Höhe der Kauflächen der oberen Mahlzähne, dicht vor dem vorderen Rand des Processus coronoideus. Die Nadel durchsticht die Schleimhaut, die Submucosa mit ihren Drüsen und die dünne Schicht des Musc. buccinator und gelangt damit in die Ebene des Nerven[1].

Das dem Buccinatorius zugehörige Gebiet beschreibt Scharlau folgendermaßen: »Die bukkale Schleimhaut von der Mitte des zweiten Molars bis etwa zur Mitte des zweiten Prämolars, seltener weiter nach hinten oder nach vorn reichend, ist die in Frage stehende Zone. Die größte Ausdehnung zeigte sie in einem Falle, wo der hintere Rand in der Mitte des dritten Molars, ihr vorderer Rand am Eckzahn zu finden war. Die kleinste Ausdehnung zeigte sie in einem anderen Falle, wo sie etwa von der Mitte des ersten Molaren bis zum vorderen Drittel des zweiten Prämolaren reichte.«

Nervus lingualis.

Der starke Nervus lingualis entspringt gemeinsam mit dem N. alveolaris inferior aus dem Stamm des dritten Trigeminusastes. Er läuft mit dem unteren Alveolarnerven zusammen, den er hinter sich hat, zunächst an der Innenfläche des M. pterygoideus externus, dann zwischen den beiden Pterygoidei, wo er die an der Innenseite des N. alveolaris vorbeiziehende Chorda tympani von hinten-oben aufnimmt, schließlich an der Außenfläche des M. pterygoideus internus herunter, wobei er sich mehr und mehr vom N. alveolaris inferior entfernt. Er gelangt dann unter der Plica pterygomandibularis und unter dem freien Rand des Musc. mylopharyngeus direkt unter die Schleim-

[1] H. Sicher, Die Leitungsanästhesie am Nervus buccinatorius. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie Jahrg. XVII, 1919, S. 57.

haut des Mundbodens. Es ist dies die bekannte muskellose Stelle am Boden der Mundhöhle zwischen Musc. pterygoideus internus, Mylopharyngeus, Mylohyoideus und Hyoglossus. Der Nerv liegt hier zunächst auf einer kurzen Strecke dem Knochen, dann der Submandibulardrüse auf und läuft dann auf einer längeren Strecke bogenförmig über dem Musc. mylohoideus, zwischen diesem und dem Musc. hyoglossus zur unteren Fläche der vorderen Zungenpartie.

Während seines Verlaufes an der Drüse gibt er für diese die zarten sekretorischen Äste ab, in die das Ganglion submandibulare Meckelii eingeschaltet ist. Auf einer etwa 24 *mm* langen Strecke des Mundbodens liegt der Nerv sehr oberflächlich, nur von der Scheimhaut der Mundhöhle bedeckt, so daß man ihn bei fettlosen Individuen sogar durch die Schleimhaut hindurchschimmern sieht. Die Stelle, wo der Nerv so oberflächlich gelegen ist, befindet sich an der lingualen Seite des Alveolarfortsatzes, sie beginnt etwa $^1/_2$ *cm* unter und hinter dem dritten Molarzahn, an der Stelle etwa, wo die Schleimhaut umbiegt. Hier ist er infolge seiner oberflächlichen Lage nicht nur chirurgischen Eingriffen leicht zugänglich, sondern auch unbeabsichtigten Verletzungen ausgesetzt. Der Nerv ist gelegentlich auch schon bei der Extraktion des dritten Unterkiefermolars gefährdet. Auf einen solchen Fall hat neuerdings Trauner hingewiesen. Bei einem jungen Mädchen stellte sich nach Herausnahme beider Weisheitszähne eine doppelseitige neuralgische Erkrankung des Nervus lingualis ein, die er auf eine Quetschung des Nerven in der Narbe zurückführt. Über eine Verletzung des Nerven in der Mundhöhle berichtete kürzlich auch Kron[1].

Der Nerv innerviert nicht nur die Zunge, sondern auch die Schleimhaut an der ganzen Innenfläche des Unterkiefers (Ramus alveolaris nervi lingualis).

Die Anästhesierung des Nervus lingualis erfolgt im gleichen Akt mit der des Nerv. alveolaris inferior. Über die Einstichstelle sowie über die Richtung des Einstiches wurde das Nötige schon oben mitgeteilt. Die Überschwemmung der beiden Nerven wird aber nicht durch das gleiche Depot bewirkt, sondern es werden zwei gesonderte Depots angelegt, zuerst, schon in einer Tiefe von 0·75 *cm*, eines für den Nerv. lingualis, und dann erst, 1·5 *cm* tief, das für den Alveolarnerven. Der Erfolg der Anästhesierung des N. lingualis macht sich sofort durch das Taubwerden der Zungenspitze bemerkbar, woraus natürlich noch nicht auf die erfolgte Anästhesierung des N. alveolaris inf. geschlossen werden darf.

[1] H. Kron, Verletzung des Nervus lingualis in der Mundhöhle. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. 1918, S. 289.

Überblicken wir zum Schlusse, namentlich auf Grund der Angaben von Scharlau, die zu den einzelnen Nerven gehörigen Innervationszonen der Alveolarschleimhaut des Ober- und Unterkiefers. Es sei hervorgehoben, daß es sich hier nicht um die Pulpen der Zähne handelt, die, wie das an einer späteren Stelle ausgeführt werden soll, sämtlich von den Alveolarnerven versorgt werden.

Am Oberkiefer wird die bukkale Seite des Alveolarfortsatzes von der Mittellinie bis zum ersten Prämolaren ausschließlich vom Nerv. infraorbitalis und den im vorderen Teil des Kanals aus diesem entspringenden Nervi alveolares medius und anterior innerviert. Die Molarzähne und ihre bukkale Schleimhautpartie erhalten ihre Nerven von den am Tuber eintretenden hinteren Alveolarnerven, doch gelangen entsprechend dem Weisheitszahn auch die Äste des N. palatinus anterior ein wenig auf die bukkale Seite. Das Gebiet der beiden Prämolaren wird bukkal gemeinsam von den vorderen und hinteren Alveolarnerven versorgt. Von der Medianlinie bis zur Mitte des medialen Schneidezahnes beteiligen sich auch einzelne Äste der anderen Seite an der Innervation der Schleimhaut.

An der lingualen Seite des Oberkiefers beherrscht der Nervus palatinus ant. das Feld; er innerviert nicht nur den ganzen harten Gaumen, sondern auch die Gingiva aller Zähne, bis auf die der vier Incisivi, die, entsprechend dem Zwischenkiefergebiet, vom Nerv. nasopalatinus ihre sensiblen Nerven erhält.

Am Unterkiefer ist der Hauptnerv für die vestibulare Seite des Alveolarfortsatzes der Nervus alveolaris inferior, nur das Gebiet des ersten Molars und die Hälfte seines mesialen und distalen Nachbarzahnes ist dem Nerv. buccinatorius zugehörig.

Das Gebiet des Caninus und der beiden Schneidezähne oder nur der letzteren wird außer den Ästen des gleichseitigen N. alv. inf. auch noch durch einzelne über die Mittellinie hinübergreifende Äste des anderseitigen Nerven innerviert. Die ganze linguale Seite der Alveolarschleimhaut bis zur Alveolarkante wird vom Nervus lingualis versorgt.

XVIII. Kieferhöhle.

Die Kiefer- oder Highmorshöhle[1] (Sinus maxillaris, Antrum Highmori) ist eine der lufthaltigen (»pneumatischen«), von Schleimhaut ausgekleideten Gesichtshöhlen oder, wie sie auch genannt werden, Nebenhöhlen der Nase, und zwar deren umfangreichste und auch in praktisch-medizini-

[1] Die Kieferhöhle war schon Galen bekannt, blieb aber dann durch das ganze Mittelalter unbeachtet, bis Nathaniel Highmore in Shrewsbury im Jahre 1651 durch eine längere anatomisch-chirurgische Abhandlung wieder die Aufmerksamkeit auf sie lenkte.

scher Hinsicht, insbesondere für den Zahnarzt, wichtigste. Sie ist typisch für alle plazentalen Säugetiere, während die übrigen Gesichtshöhlen teilweise fehlen. Mit der Nasenhöhle steht sie durch eine unverhältnismäßig enge, spaltförmige, im mittleren Nasengang befindliche Öffnung, das Ostium maxillare, in Verbindung; hier ist die Stelle, wo ihre Schleimhautauskleidung mit der der Regio respiratoria, der Nasenhöhlenschleimhaut, zusammenhängt, wo sich Katarrhe, Entzündungen von dieser auf sie erstrecken können. Es ist, als ob die Natur durch die Enge der Öffnung einem regelmäßigen Übergreifen der so häufigen Nasenkatarrhe auf die Kieferhöhle vorbeugen hätte wollen.

Die Kieferhöhle läßt sich ihrer Form nach am besten mit einer mit der Basis nach oben gekehrten dreiseitigen Pyramide vergleichen, deren nach unten gewendete Spitze man sich aber durch eine von vorn nach hinten ziehende abgerundete Kante, auf den Hohlraum bezogen als Rinne denken muß. Die Basis wird gebildet durch den ziemlich dünnwandigen, von der medialen nach der lateralen Seite schräg abfallenden, auch von hinten nach vorn leicht abschüssigen Boden der Augenhöhle, von den Seitenflächen ist die mediale der Nasenhöhle, die vordere dem Gesicht, die lateral-hintere der Unterschläfengrube und der Fossa sphenomaxillaris zugekehrt; am Übergang zwischen den beiden letztgenannten Flächen dringt die Höhle in ihrem oberen Teil mit einer Abrundung in den Jochfortsatz des Oberkiefers, darunter prägt sich der Iugalwulst der Außenfläche auf der Innenfläche der Kieferhöhle als Winkel aus.

Die obere Wand ist im allgemeinen recht schwach; vorn erfährt sie eine leistenförmige Verstärkung am Margo infraorbitalis, besonders aber nimmt sie an Dicke zu lateralwärts, im Gebiet des Processus zygomaticus des Oberkieferknochens. An der Grenze ihres mittleren und lateralen Drittels wird sie in annähernd sagittaler Richtung durch den Canalis infraorbitalis durchsetzt. Die Kanalwand und auch schon die Wand des weiter zurückliegenden Sulcus ragt als kammförmige, sich nach vorn erhöhende, an der vorderen Wand inserierende Leiste in den Hohlraum der Kieferhöhle vor. Von der vordersten Abteilung des Kanals zweigen sich jene feinen Furchen — teilweise sind es auch geschlossene Kanälchen des Knochens — ab, in denen unter der Schleimhaut die vorderen Alveolarnerven unter reichlicher Geflechtbildung und unter Verbindung mit den hinteren Alveolarnerven zu den Vorderzähnen ziehen.

Die der Betastung in ihrer ganzen Ausdehnung zugängliche faziale Wand ist in der Regel stärker als die vorhergehende, bisweilen finden wir sie aber am Boden der Fossa canina recht dünn, durchscheinend. Die Fossa canina variiert in ihrer Tiefe und Ausdehnung beträchtlich, auch abgesehen von den Rassenunterschieden. Es ist bekannt, daß die flache, oft sogar

etwas aufgeblähte Gestaltung der Gegend, wo sich beim Europäer die Vertiefung findet, besonders für die mongoloiden Rassen und die Malaien charakteristisch ist, doch kommt eine ebene oder sogar leicht gewölbte Beschaffenheit dieses Knochengebietes ab und zu auch an Europäerschädeln vor. Häufiger allerdings ist bei letzteren das Gegenteil, nämlich eine ausnehmend tiefe Einsenkung der fazialen Wand der Kieferhöhle. Man findet manchmal eine förmliche Grube in der Wangengegend, und zwar nicht nur an Schädeln bejahrter Individuen, wo man an eine Altersveränderung denken kann, sondern auch an denen verhältnismäßig junger Individuen. Die Konkavität des Oberkieferknochens an dieser Stelle ist manchmal so ansehnlich, daß man in solchen Fällen von vornherein auf eine sehr reduzierte Kieferhöhle schließen darf.

In der Infratemporalgegend ist die Wandung der Kieferhöhle wieder schwächer als vorn, am Tuber maxillare noch dazu durch feine Furchen und Kanälchen für die hinteren Alveolarnerven geschwächt. Der dickste Teil der Knochenwandung ist natürlich die durch den Anschluß des Wangenbeins verstärkte laterale Partie, darunter prägt sich, entsprechend dem Iugalwulst oder der Crista zygomatico-alveolaris, eine mäßige Verdickung der Kieferhöhlenwandung aus. Es ist allerdings hervorzuheben, daß dieser Wulst von außen weit mehr zeigt, als was eigentlich dahinter ist. Von außen erscheint er wie ein kräftiger Strebepfeiler, tatsächlich aber wird der Wulst bloß durch eine Knickung der dünnen Kieferhöhlenwandung hervorgerufen, die hier nur ganz unbedeutend, etwa um 1 *mm*, verstärkt ist. — Die Infratemporalwand ist stark konvex nach hinten und außen.

Die mediale Wand ist der Nasenhöhle zugekehrt. Sie reicht vom Boden der Nasenhöhle bis zur Ansatzlinie der mittleren Nasenmuschel und wird durch die Insertion der unteren Muschel in eine Pars infraturbinalis und eine Pars supraturbinalis geteilt. Erstere ist nach der Nasenhöhle leicht ausgehöhlt, ziemlich stark, besonders in ihrer unteren Hälfte, wo sie sogar eine dünne Spongiosaschicht zwischen ihre beiden Kortikalplatten aufnimmt, gegen die Muschelinsertion wird sie dünner; der Knochen ist in diesem ganzen Gebiet defektlos. Die Pars supraturbinalis, das heißt das Gebiet des mittleren Nasenganges, stellt die schwächste Abteilung der Kieferhöhlenwandung überhaupt dar. Betrachtet man diese Gegend am isolierten Oberkieferbein, so sieht man eine 1·5—2 *cm* weite in die Kieferhöhle führende rundliche oder sagittal-elliptische Lücke klaffen. Durch Vorlagerung anderer Knochen, und zwar des Siebbeins, der unteren Nasenmuschel und der senkrechten Gaumenbeinlamelle wird diese weite Öffnung allerdings teilweise verdeckt, doch bleiben zwischen den vorgeschobenen Teilen der Nachbarknochen einerseits und zwischen der vorderen und hinteren Umrandung des ausgedehnten Defekts anderseits außer der eigentlichen Öff-

nung der Kieferhöhle immer noch ansehnliche Lücken frei, die erst durch die vereinigte Schleimhaut der Nasen- und Kieferhöhle verschlossen werden. Diese häutigen Stellen des mittleren Nasenganges hat Zuckerkandl (1882) mit einem glücklich gewählten Namen Fontanellen genannt, und er unterschied eine vordere und hintere Fontanelle. Die beiden werden voneinander durch die vom Siebbein herunterragenden Teile: den Proc. uncinatus und die dahinter befindliche Bulla ethmoidalis, außerdem noch durch den darunter gelegenen Proc. ethmoidalis der unteren Nasenmuschel geschieden. Der Hakenfortsatz und die Bulla fassen eine halbmondförmige Spalte, den Hiatus semilunaris, zwischen sich, die oben die Mündung der Stirnhöhle, unten die der Kieferhöhle in sich begreift. Hinter und unter der Bulla zwischen dem Ethmoidalfortsatz der unteren Nasenmuschel und der vertikalen Gaumenbeinplatte liegt die hintere Nasenfontanelle. Manchmal bleiben außer den beiden genannten noch weitere Defekte, insbesondere eine untere und eine obere Fontanelle, am Knochen ausgesparrt.

Verlassen wir jetzt den mazerierten Knochen und wenden wir uns der Kieferhöhle zu, wie sie sich bei Gegenwart der Weichteile darstellt. Die ganze Höhle wird von einer dünnen, der Knochenwandung eng anliegenden Schleimhaut ausgekleidet, deren histologische Verhältnisse weiter unten besprochen werden sollen. An der Mündung hängt sie mit der Pars respiratoria der Nasenschleimhaut zusammen, nach deren Typus sie selbst auch gebaut ist. In erster Linie müssen wir die Mündung der Kieferhöhle betrachten.

Dazu ist es aber nötig, einen Blick auf die anatomischen Verhältnisse der lateralen Wand der Nasenhöhle im ganzen zu werfen (Fig. 154). Diese erhält ihr charakteristisches Gepräge durch die als Nasenmuscheln bezeichneten Vorsprünge. Es sind das halbmondförmig gekrümmte Platten, bestehend aus einer dünnen, fragilen, zuweilen zellig aufgeblähten Knochengrundlage, aus einer sehr dicken, stellenweise wulstigen, gefäßreichen Submucosa und einem Schleimhautüberzug. Von den knöchernen Muscheln gehören die zwei oberen zum Siebbein, die untere stellt einen selbständigen Knochen, das Os turbinatum, dar. Mit ihrem vorderen Ende reichen die Muscheln nicht bis zur inneren Fläche des Nasenrückens, hier bleibt vielmehr ein glatter, freier Raum übrig, der vom Vestibulum nasi schief zum Dach der Nasenhöhle, das heißt zur Siebplatte des Siebbeins hinaufführt. Dieser Raum ist von Merkel seiner kielförmigen Gestalt wegen als Carina nasi bezeichnet worden. Ein von unten her in das Nasenloch eindringender stabförmiger Gegenstand wird durch die Carina direkt bis zur Siebplatte hingeleitet und kann die dünne Knochenplatte durchstoßen und so das Gehirn verletzen. Auch hinten erstrecken sich die Muscheln nicht völlig bis zur frontalen Ebene der Choanen, doch ist hier der muschelfreie Raum

bloß einige Millimeter breit; gegen den Rachen wird er begrenzt durch den leicht rippenförmig hervortretenden »Choanenbogen«.

Die obere Nasenmuschel ist die kleinste von den dreien, ihre Ansatzlinie und ihr freier Rand laufen schief von vorn-oben nach hinten-unten vor dem Angulus spheno-ethmoidalis, das heißt dem annähernd rechten Winkel zwischen Siebplatte und vorderer Fläche des Keilbeinkörpers. Der

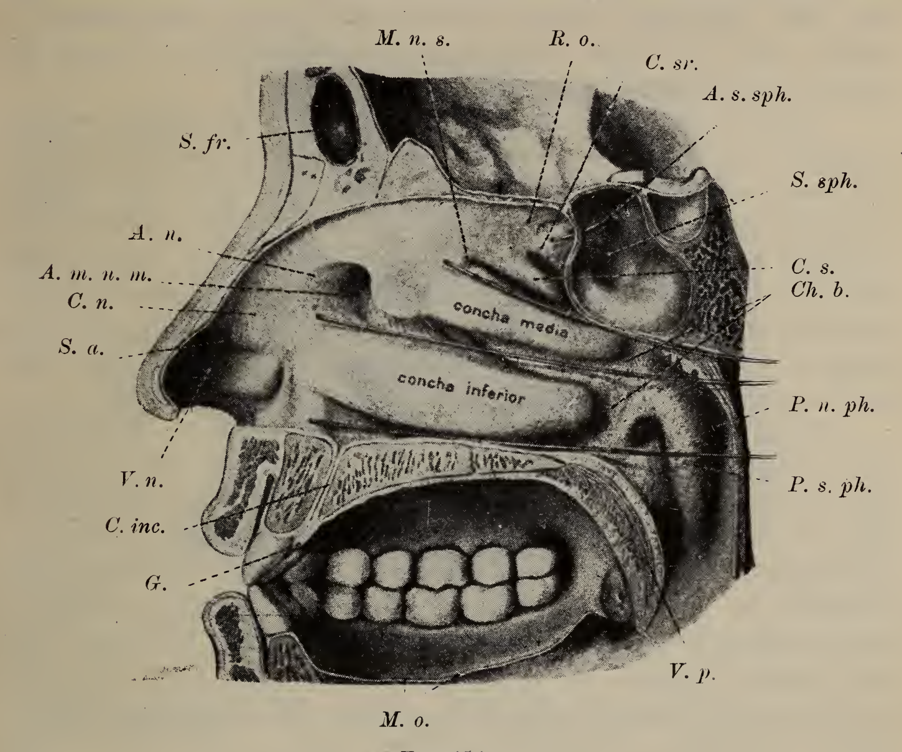


Fig. 154.

Aus einem Sagittaldurchschnitt des Kopfes. Laterale Wand der Nasenhöhle. Nach Sobotta. Bezeichnungen siehe bei Fig. 155.

dreieckige nischenförmige Raum zwischen diesem Winkel und der Muschel heißt Recessus spheno-ethmoidalis.

Mittlere und untere Muschel lassen einen sagittalen Verlauf erkennen, besonders die untere. Letztere weist die regelmäßigere Form auf, ihr unterer freier Rand ist nach unten, ihre Ansatzlinie mäßig nach oben konvex, vorn und hinten verschmälert und spitzt sie sich in gleicher Weise zu. Die mittlere Muschel ist höher als die untere, dafür aber in ihrem vorderen Gebiet wie mit der Schere senkrecht abgestutzt. Es fehlt ihr gleichsam das vorderste Stück; die Muschel erhält dadurch außer ihrem langen konvexen unteren Rand noch einen kurzen, etwa 10—12 *mm* hohen, mehr

oder weniger senkrechten vorderen Randteil. Vom oberen Endpunkt dieses senkrechten Randes sehen wir im Bereich der Carina nasi eine schwache bogenförmige Leiste mit vorderer Konvexität nach vorn-unten ziehen: den Agger nasi von H. Meyer (1861), worin man nach Killian (1896) und Mihalkovics (1896) samt Proc. uncinatus das unbedeutende Überbleibsel der bei den makrosmatischen Säugetieren stark entwickelten, auch noch bei den Affen vorhandenen vorderen Nasenmuschel (Concha nasoturbinalis) erblicken darf. Der Agger begrenzt nach vorn den weiten Vorraum des mittleren Nasenganges (Atrium meatus narium medii).

Oberhalb der Concha superior, etwas unterhalb des Winkels zwischen Siebplatte und Keilbein mündet im Recessus spheno-ethmoidalis jederseits mit einer rundlichen oder elliptischen Öffnung die durch eine mediane, oft aber extramediane Scheidewand in zwei Hälften geteilte Keilbeinhöhle; die Mündung sieht gerade nach vorn. Der spaltförmige schmale Raum unter der oberen Nasenmuschel ist der obere Nasengang (Meatus narium superior); in ihm öffnen sich die hinteren Siebbeinzellen, gewöhnlich mit ein oder zwei Öffnungen, die sich in versteckter Lage unter dem Dach des genannten Ganges befinden.

Entfernen wir die mittlere Muschel mit der Schere, wodurch der weite mittlere Nasengang freigelegt wird (Fig. 155), so sehen wir, daß ihre Ansatzlinie aus zwei im Winkel zusammentreffenden Abschnitten besteht. Der viel kürzere vordere Abschnitt steigt leicht nach hinten geneigt empor, daran schließt sich der viel längere schief abfallende hintere Abschnitt an. Unter dem durch die beiden Teile gebildeten Winkel hat der Nasengang seine höchste Stelle; er bildet hier einen förmlichen Rezeß, den Recessus frontalis, so benannt von Killian (1896), weil sich gleich arunter die Mündung der Stirnhöhle befindet. Der Nasengang selbst erscheint birnförmig, mit breiterem vorderen Teil, an den sich vorn ohne scharfe Grenze das vorhin erwähnte, schon außerhalb des Nasenganges gelegene Atrium anschließt; seine breiteste Stelle hat der Nasengang im Niveau des oberen Rezesses, von hier wird er nach hinten zu allmählich niedriger, lediglich durch das schräge Abfallen der oberen Grenzlinie, denn die untere Grenze, die Insertion der unteren Muschel, weicht eher in entgegengesetzter Richtung, nämlich abfallend, von der horizontalen Richtung ab. — Das Gebiet des Meatus medius ist mit Hilfe der Rhinoscopia posterior in seiner ganzen Ausdehnung am Lebenden zu überblicken.

Im vorderen-oberen Bereich des mittleren Nasenganges erblicken wir den charakteristischen Hiatus semilunaris (Zuckerkandl) als halbmondförmige, an die Gestalt eines gebogenen Türkensäbels erinnernde Spalte. Das obere Ende des Hiatus liegt gerade unter dem oberen Rezeß des Nasenganges, nur einige Millimeter entfernt von dem Winkel zwischen den

beiden Abteilungen der Muschelinsertion; von hier erstreckt sich der Hiatus mit nach vorn-unten gewendeter Konvexität schräg nach unten und hinten, manchmal sich schon der horizontalen Richtung nähernd. Begrenzt wird er vorn durch eine scharfrandige Schleimhautfalte, die den Processus un-

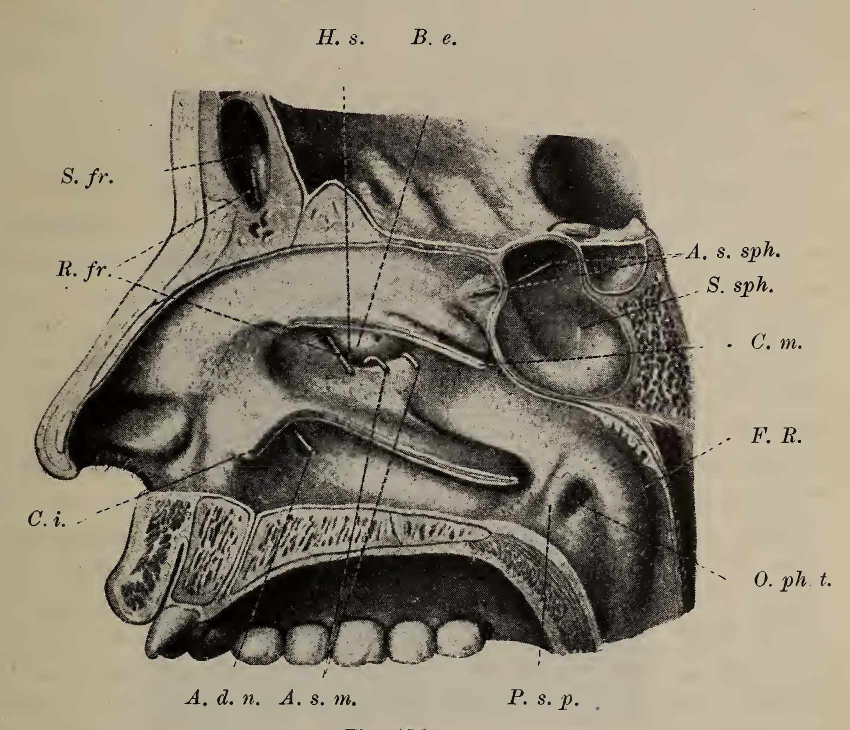


Fig. 155.

Aus einem Sagittalschnitt des Kopfes. Laterale Wand der Nasenhöhle. Mittlere und untere Muschel sind abgetragen. Nach Sobotta.

Gemeinsame Bezeichnungen für Fig. 155 und 156: *A. d. n.* = Apertura ductus nasolacrimalis, *A. m. n. m.* = Atrium meatus nasi medii, *A. n.* = Agger nasi, *A. s. m.* = Apertura sinus maxillaris, *A. s. sph.* = Apertura sinus sphenoidalis, *B. e.* = Bulla ethmoidalis, *Ch. b.* = Choanenbogen, *C. i.* = Concha inferior, *C. inc.* = Canalis incisivus, *C. m.* = Concha media, *C. n.* = Carina nasi, *C. s.* = Concha superior, *C. sr.* = Concha suprema, *F. R.* = Fossa Rosenmülleri, *G.* = Gingiva, *H. s.* = Hiatus semilunaris, *M. n. s.* = Meatus nasi superior, *M. o.* = Mucosa oris, *O. ph. t.* = Ostium pharyngeum tubae, *P. n. ph.* = Pars nasalis pharyngis, *P. s. p.* = Plica salpingo-palatina, *P. s. ph.* = Plica salpingo-pharyngea, *R. o.* = Regio olfactoria, *R. fr.* = Recessus frontalis (Mündung des Sinus frontalis), *S. fr.* = Sinus frontalis, *S. ph.* Sinus sphenoidalis, *S. a.* = Sulcus alaris nasi, *V. n.* = Vestibulum nasi, *V. p.* = Velum palatinum.

cinatus als Stütze enthält, hinten durch eine halbkugelförmige hohle Auftreibung des Siebbeinlabyrinths, die Bulla ethmoidalis. Die Spalte ist schmal, manchmal fadenförmig eng, sie führt in eine ebenfalls halbmondförmige Tasche, die man am zweckmäßigsten mit dem von Boyer schon im Jahre 1805 für die Spalte angewendeten Namen als Infundibulum bezeichnen und als solches von dem Zugang der Tasche, dem Hiatus semilunaris im engeren

Sinn. unterscheiden kann. Heymann und Ritter[1] haben vorgeschlagen, den Namen Infundibulum für etwas anderes anzuwenden, nämlich für den obersten Teil des Hiatus, der oft unter trichterförmiger Erweiterung in den oberen Rezeß des mittleren Nasenganges übergeht, also ungefähr für dasselbe, was Killian Recessus frontalis nennt. Meiner Ansicht nach geht es aber doch nicht an, die Bedeutung eines historisch eingebürgerten alten Namens in solcher Weise willkürlich zu verschieben. Infundibulum — Trichter — ist allerdings kein besonders treffender Name für die damit bezeichnete Vertiefung. Diverticulum wäre nach Muster des ähnlich bezeichneten Duodenalgrübchens angebrachter. Eine gewisse Analogie mit dem Diverticulum Vateri des Zwölffingerdarms ist nämlich nicht zu verkennen: hier wie dort handelt es sich um einen mit Schleimhaut ausgekleideten Blindsack, der an seinem Grunde mehrere Mündungen aufnimmt, beim Duodenum die Mündungen des gemeinsamen Gallenganges und des Ductus Wirsungianus, hier die Ostien der Stirnhöhle, der Kieferhöhle und eines Teiles der Siebbeinzellen. Die Stirnhöhlenmündung liegt als rundliche oder ovale Öffnung entweder noch im Bereich des Hiatus semilunaris an dessen höchster Stelle oder schon oberhalb desselben im Recessus frontalis als trichterförmige Erweiterung des aus der Stirnhöhle unter die mittlere Muschel führenden Canalis nasofrontalis. Weiter unten münden die vorderen Siebbeinzellen mit mehreren kleinen Öffnungen. Endlich folgt im unteren und hinteren Gebiet des Infundibulums die elliptische, spaltförmige, seltener mehr rundliche Öffnung der Kieferhöhle, das Ostium maxillare. Es liegt ganz in der Tiefe der Halbmondspalte, hinter dem Rand des Hakenfortsatzes verborgen, weder am Lebenden noch am Leichenpräparat ohne weiteres sichtbar, dem Auge erst nach künstlichem Auseinanderdrängen der Lippen des Hiatus oder nach Abtragung von dessen vorderer Lippe zugänglich, mit Abrechnung der Fälle, wo der Hiatus ungewöhnlich weit ist. Auf die Kieferhöhle bezogen liegt die Öffnung entsprechend ihrer vorderen Abteilung und knapp unter ihrem Dach, das heißt unmittelbar unter der Orbitalplatte des Oberkieferbeins, also möglichst ungünstig für den Abfluß einer pathologischen Schleim- oder Eiteransammlung. Ungünstig ist auch der Umstand, daß durch die Rinne des Hiatus semilunaris ein aus der Stirnhöhle ausfließendes Sekret geradezu in die Kieferhöhle hineingeleitet wird (Schäffer 1910). Von der Kieferhöhlenseite betrachtet befindet sich die Öffnung in der Regel am Grunde einer trichterförmigen Einziehung.

Doch ist das Ostium maxillare nicht immer die einzige Öffnung der Kieferhöhle; in einem ansehnlichen Teil der Fälle findet sich ein Ostium accessorium. Es liegt hinter dem Hiatus, gewöhnlich als 3—4 *mm* breites

[1] Heymann und Ritter, Morphologie und Terminologie des mittleren Nasenganges. Zeitschrift für Laryngologie Bd. 1, 1908, S. 1.

rundes oder ovales Loch, entsprechend der hinteren Fontanelle, das heißt einer jener Stellen, wo der Knochen fehlt und nur die Schleimhaut trommelfellartig den Verschluß besorgt, und in einem etwas tieferen Niveau als die Hauptöffnung, also günstiger für den Abfluß eines etwaigen Exsudats. Dazu kommt auch noch der ebenfalls günstige Umstand, daß der Öffnung weder auf der Innen- noch auf der Außenseite eine Bucht vorgelagert ist, sie liegt direkt auf der glatten Schleimhautfläche. Gegenüber diesen Vorzügen haftet ihrer Gegenwart allerdings der nicht unwesentliche

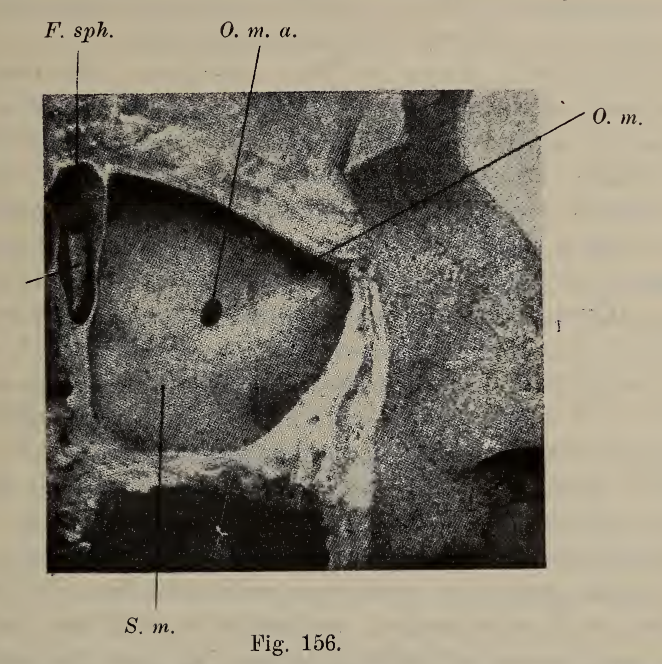


Fig. 156.

Kieferhöhle, die laterale Wand abgetragen. Normale und accessorische Öffnung von der Kieferhöhlenseite her sichtbar.

F. sph. Fossa sphenomaxillaris, *O. m. a.* Ostium maxillare accessorium, *O. m.* Ostium maxillare, *S. m.* Sinus maxillaris. Nach Ónodi.

Nachteil an, eine zweite Propagationsstelle pathologischer Veränderungen von der Nasenschleimhaut auf die Kieferhöhle darzustellen. Ob die Bildung einer solchen akzessorischen Öffnung immer die Folge einer Rhinitis atrophicans, das heißt einer durch lang andauernde chronische Katarrhe bedingten Atrophie und eines partiellen Schwundes der Schleimhaut ist, wie Giraldès und Zuckerkandl meinten, dürfte dahingestellt bleiben. Das Ostium accessorium wurde zuerst von J. Giraldès im Jahre 1856 beschrieben; seine Häufigkeit soll nach Zuckerkandl (1882) 10% betragen, dagegen gibt ein neuerer Autor, Schäffer (1910), eine bedeutend höhere Frequenzzahl: 43%, an. Gewöhnlich wird das Loch auf beiden Seiten angetroffen.

Ab und zu gestaltet sich auch die vordere Fontanelle durch mangelhafte Bildung oder sekundäre Resorption der Schleimhaut zu einer Nebenöffnung; da hier der Knochendefekt besonders umfangreich ist, kann das Loch bis 0·5 *cm* breit sein. Es kommt vor, daß nur diese vordere akzessorische Öffnung vorhanden ist, eine hintere fehlt. Die Zahl der akzessorischen Öffnungen kann sich in seltenen Fällen auf drei oder auch vier erhöhen.

Auf der anderen Seite habe ich selbst bei Demonstrationen im Präpariersaal mehrmals einen — vom Hiatus semilunaris abgesehen — defektlosen knöchernen mittleren Nasengang angetroffen.

Nach Onodi[1] können im Hiatus semilunaris statt des einheitlichen Ostium maxillare mehrere gesonderte Öffnungen der Kieferhöhle vorhanden sein, oder es kann die einfache Öffnung durch eine Schleimhautbrücke in zwei zerfallen. Die Ränder des normalen Ostiums können ganz knöchern sein, zumeist werden sie von der Schleimhaut gebildet. Die Länge der Öffnung beträgt normal 3—10 *mm*, ihre Breite 2—6 *mm*; runde Öffnungen sind manchmal bis auf 3 *mm* eingeengt. Auch verschiedene Anomalien der Länge der Öffnung kommen vor, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Zur Ergänzung des Bildes erwähnen wir noch, daß sich auf der Bulla, hinter dem Hiatus semilunaris, die rundliche Mündung der mittleren Siebbeinzellen befindet. Oft liegt diese Mündung in der Tiefe einer parallel mit dem Hiatus ziehenden Furche, des Recessus bullaris.

Der untere Nasengang hat die Form einer Spindel, die aber etwas einseitig entwickelt ist, indem der untere Rand, nämlich der Übergang in den Nasenhöhlenboden, geradlinig, der obere Rand, der Muschelansatz, dagegen mäßig gewölbt ist; auch liegt der Scheitel dieser Wölbung nicht in der Mitte der Muschelinsertion, sondern mehr nach vorn gerückt, an der Grenze des vorderen und mittleren Drittels. An dieser Stelle mündet in den unteren Nasengang der Tränennasengang, Ductus nasolacrimalis, 30—35 *mm* hinter dem hinteren Rand des Nasenloches, entweder dicht unter der Muschelinsertion oder etwas weiter unten unter einer Schleimhautfalte, der »Hasnerschen Klappe«.

Eröffnen wir die Kieferhöhle, so sehen wir ihre innere Wand von einer dünnen, eng anliegenden Schleimhaut ausgekleidet. Sehr häufig erscheint ihre Innenfläche unregelmäßig, indem stellenweise derbere leistenförmige Knochenvorsprünge in den Hohlraum hineinragen, wodurch einzelne Nischen aus dem Gesamthohlraum abgesondert werden. Nur eine einzige derartige Leiste ist konstant, nämlich die durch den Nervus infraorbitalis veranlaßte;

[1] A. Onodi, Die topographische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen. In Katz, Preisich und Blumenfeld, Handbuch der spez. Chirurgie des Ohres und der oberen Luftwege. Würzburg 1911, S. 63.

aber oft zweigen sich von diesen Nebenleisten gewissermaßen Stützbalken der Hauptleiste zu den nachbarlichen Wandteilen ab. Es kann die durch die knöchernen Hervorragungen der Innenwand verursachte Absonderung einzelner Buchten so weit gehen, daß die Höhle durch eine Scheidewand vollkommen in zwei Kammern, eine vordere und hintere oder eine untere und obere, geteilt wird, wovon natürlich jede separat in die Nasenhöhle mündet, und zwar gewöhnlich die eine in den mittleren, die andere in den oberen Nasengang, seltener beide in den mittleren. Manchmal findet sich nur eine ganz enge Verbindung zwischen den beiden Abteilungen, wie in dem von Koschier beschriebenen Fall, oder es werden die vorspringenden Knochenleisten bloß durch die sich zwischen ihnen ausspannende Schleimhaut zu einer ununterbrochenen Scheidewand ergänzt. Bei tiefem Herunterreichen des Kieferhöhlenbodens findet man oft hügelartige Vorsprünge, entsprechend den Alveolen der Molarzähne. Der noch nicht durchgebrochene Weisheitszahn sitzt in einem gewissen Stadium seiner Entwicklung — in dem Stadium, wo erst seine Krone angelegt ist — über dem zweiten Molar im unteren Teil des Tuber maxillare, mit der Kaufläche nach hinten gewendet, und bedingt ebenfalls eine geringe Hervorwölbung der Kieferhöhlenwand nach innen. Retinierte Zähne tun oft dasselbe, manchmal — bei Inversion der Zahnanlage oder erratischen Zähnen — ragen sie frei mit ihrer Krone in die Kieferhöhle hinein.

Ausdehnung der Kieferhöhle. Die Kapazität der Kieferhöhle ist natürlich Schwankungen unterworfen, nach Alter, Geschlecht, Rasse, vor allem aber variiert sie individuell erheblich. Braune und Clasen[1] haben seinerzeit (1877) 23·2—35·5 cm^3 als Inhalt der beiden Kieferhöhlen angegeben. Schürch[2] bestimmte neuerdings (1906) den Kubikinhalt des Antrum Highmori an 118 Friedhofschädeln mit Schrotkörnern. Als durchschnittliches Volumen fand er für je eine Kieferhöhle für den Mann 17·7 cm^3, für das Weib 11·4 cm^3, was ungefähr den beiden Grenzwerten der Braune-Clasenschen Angabe entspricht; den sexuellen Unterschied führt er weniger auf die verschiedene Größe des Schädels als darauf zurück, daß beim Mann der Höhlenboden im Verhältnis zur Nasenhöhle typisch tiefer stehe als beim Weib, namentlich sich unter das Niveau der letzteren heruntersenke, während er beim Weib darüber bleibe. Dann ergab sich im allgemeinen ein größeres Volumen (18·5 ♂, 12·0 ♀ cm^3) der linken als der rechten (16·8 ♂, 10·8 ♀ cm^3) Kieferhöhle, was Schürch aus der häufiger nach der rechten Seite gewölbten Ausbiegung der Nasenscheidewand und der damit zusammenhängenden

[1] Braune und Clasen, Die Nebenhöhlen der menschlichen Nase. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Bd. 2, 1877.

[2] O. Schürch, Über die Beziehungen der Größenvariationen der Highmorshöhle zum individuellen Schädelbau usw. Archiv für Laryngologie Bd. 18, 1906.

Vorbuchtung der linken nasalen Kieferhöhlenwand erklärt. Weder die Kopfgröße, noch aber die Konfiguration des Schädels oder des Gesichtes sollen nach ihm einen bestimmten Schluß auf den Umfang der Höhle zulassen.

Trotz der letzteren Angabe müssen wir daran festhalten, daß der Umfang des Gesamtschädels, insbesondere aber die Breite und Höhe des Gesichtes nebst der relativen Breite der Nasenhöhle und der mehr oder weniger konkaven Beschaffenheit der Fossa canina, von entscheidendem Einfluß auf die Größe des Sinus maxillaris ist. Es kommen hier aber nicht nur angeborne Differenzen, sondern auch später erworbene Veränderungen in Betracht. Atrophische Vorgänge am Schädel können sowohl Verengerung wie auch Erweiterung der Höhle herbeiführen. Der erstere Fall kommt zustande durch eine sekundäre Einziehung der fazialen Kieferhöhlenwand, hauptsächlich als senile Veränderung, aber manchmal auch an Schädeln jüngerer Individuen, vielleicht als Folge chronischer Katarrhe der Kieferhöhlenschleimhaut. Im zweiten Fall handelt es sich um Resorptionsvorgänge der Knochensubstanz, wodurch der Binnenraum des Sinus auf Kosten der Nachbargebiete, der Alveolargegend, des knöchernen Gaumens, des Wangenbeins und des Stirnfortsatzes des Oberkieferknochens erweitert wird.

Als angeborne Anomalie kommt manchmal eine ganz rudimentäre Entwicklung der Kieferhöhle, gewöhnlich kombiniert mit auffallend dicker Knochenwandung, vor, ja die Höhle kann überhaupt fehlen. Häufiger ist nur eine gewisse Reduktion geringeren oder größeren Grades. Zuckerkandl unterscheidet deren drei Formen.

Am häufigsten ist die erste Form. Bei dieser ist die Verengerung durch mangelhafte Ausbildung des Hohlraumes oberhalb des Zahnfortsatzes bedingt. Die Kieferhöhle erreicht die Ebene des Nasenhöhlenbodens nicht, sondern bleibt 5—10 oder noch mehr Millimeter über ihm; die Zahnalveolen sind durch eine dicke, kräftige Knochenschicht vom Hohlraum getrennt.

Die zweite Form ist ebenfalls eine häufige Erscheinung: sie besteht in der starken Einsenkung der Gegend der Fossa canina; es wurde hierüber schon oben einiges gesagt. Bei stärkeren Graden gelangt die vordere Wand in Berührung mit der nasalen, und nicht nur in Berührung, sondern es kann an der eingedrückten Stelle die vordere Kieferwand mit der lateralen Nasenhöhlenwand eine einheitliche dicke Platte bilden. Ist die Abnormität nur einseitig vorhanden, so verursacht sie eine auffallende Asymmetrie des Gesichtsskeletts.

Die dritte Form der Verkümmerung der Highmorshöhle entsteht dadurch, daß sich die nasale Wand außerordentlich stark nach dem Hohlraum der Kieferhöhle vorbuchtet; die Nasenhöhle pflegt in solchen Fällen ausnehmend geräumig zu sein.

Bei Erweiterung der Kieferhöhle dehnt sich ihr Hohlraum in verschiedenen Richtungen aus. Zuckerkandl hat für die hierdurch entstehenden Aussackungen den Namen Buchten eingeführt; er unterschied eine Jochbeinbucht, eine Infraorbitalbucht, eine Gaumenbucht und eine Alveolarbucht.

Bei der ersten erstreckt sich der Hohlraum der Kieferhöhle tief in das Gebiet des Jochbeins, bei der Infraorbitalbucht in Form einer zipfelförmigen Fortsetzung in den Stirnfortsatz des Oberkieferbeins. Die Gaumenbucht kann sich im Gaumen so weit nach innen erstrecken, daß sie nur wenige Millimeter von der mittleren Gaumennaht entfernt ist. In solchen Fällen wölbt sich der harte Gaumen leicht gegen die Mundhöhle, die die Bucht bedeckende Platte ist durchscheinend, dünn. Natürlich besteht der harte Gaumen aus zwei durch den Rezeß getrennten Knochenlamellen.

Die Besprechung der Alveolarbucht erfordert ein Eingehen auf die Beziehungen der Zähne zu der Kieferhöhle überhaupt. Es ist dies ein für den Zahnarzt sehr wichtiger Gegenstand, da sich hieraus bedeutungsvolle pathologische Beziehungen zwischen Zähnen und Kieferhöhle ergeben. Der Boden der Kieferhöhle erscheint in der Regel als nach unten gewölbte breite Rinne, seine tiefste Stelle liegt über dem ersten Molarzahn. Auf die Nasenhöhle bezogen steht er in gleicher Höhe mit dem Nasenhöhlenboden oder erstreckt sich etwas weiter nach unten. Letzteres Verhalten soll nach Schürch besonders für den Mann typisch sein; jedenfalls aber kommen viele Ausnahmen von dieser Regel vor. In frontaler Richtung gehören der zweite Prämolar und die drei Molaren dem Gebiet der Kieferhöhle an.

Betrachten wir die Beziehungen der Zahnwurzeln zu den über ihnen gelegenen Teilen des Gesichtsskeletts — es ist dazu das Studium von Präparaten nötig, an denen die Alveolen des Oberkiefers und die Kieferhöhle von der fazialen Seite her eröffnet sind —, so finden wir folgendes: Die medialen Schneidezähne liegen unter der Apertura piriformis, die Spitzen ihrer nach hinten geneigten, leicht nach oben divergierenden Wurzeln fassen die Basis der Spina nasalis anterior zwischen sich und sind in senkrechter Richtung nur einige Millimeter (1—5 *mm*) vom Boden der Nasenhöhle entfernt, ihre Verlängerungen erreichen diesen etwa 3 *mm* hinter dem scharfen unteren Rand der Apertur, lateral und etwas nach vorn vom Eingang des Canalis incisivus (Fig. 157). Bei dem lateralen Schneidezahn beträgt die Entfernung der Wurzelspitze vom Nasenhöhlenboden schon etwa 3—10 *mm*, einerseits weil die Wurzel etwas kürzer ist, hauptsächlich aber weil der Nasenhöhlenboden sich hier schon nach oben umzubiegen beginnt. Fig. 157 zeigt als Punkte die Stellen am Nasenhöhlenboden, die den Wurzelspitzen der beiden incisivi entsprechen. Es ist nach dieser Sachlage leicht zu verstehen, daß akute periostitische Wurzelabszesse der Schneidezähne, besonders des medialen,

manchmal nach der Nasenhöhle durchbrechen, sowie daß sich chronische apikale Granulome derselben Zähne nach dieser Richtung hin Bahn brechen.

Caninus und P_1 haben in der Regel zu keiner der beiden Höhlen Beziehungen. Die Wurzelspitze des Eckzahnes erreicht ungefähr die Querlinie des Unterrandes der Nasenhöhlenapertur, nur im Falle einer besonders langen Wurzel erstreckt sie sich etwas weiter hinauf. Sie liegt seitlich von der Apertura piriformis, ihre Entfernung vom Rande der Apertur beträgt 8—10 *mm.* Aber auch mit der Kieferhöhle hat sie nichts zu tun, wenngleich der Abstand der Wurzelspitze vom Winkel zwischen vorderer und nasaler Kieferhöhlenwand etwas geringer ist als der von der Nasenhöhle. Die Alveolenkuppe des Eckzahnes ist umgeben von der spongiösen Knochensubstanz, die sich vorn in den Raum zwischen Kieferhöhle, unterem Nasengang, Gaumenplatte und Nasenboden drängt. Der erste Prämolar verdankt es hauptsächlich der Kürze seiner Wurzel, daß er noch außerhalb des Bereiches der Kieferhöhle fällt, wäre diese länger — sie müßte allerdings bedeutend, etwa um 1—2 *cm* länger sein —, so würde der Zahn mit seiner Wurzelspitze schon die Kieferhöhle erreichen, aber nicht an ihrem Boden, sondern an einer Stelle, wo sich ihre Wandung schon zur nasalen Wand zu erheben begonnen hat.

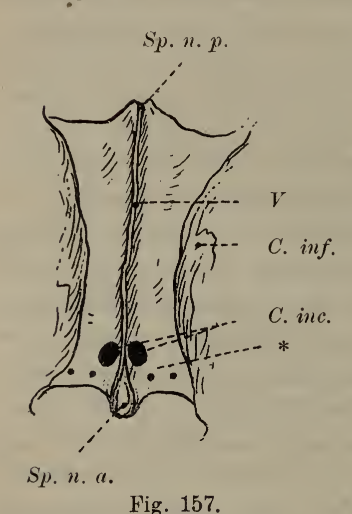


Fig. 157.

Blick auf den Boden der Nasenhöhle von oben. *Sp. n. p.* = Spina nasalis posterior, *Sp. n. a.* = Spina nasalis anterior, *V* = Nasenscheidewand (Vomer), *C. inf.* = untere Nasenmuschel, *C. inc.* = oberer Eingang des Canalis incisivus. Die mit dem Stern bezeichneten Punkte zeigen, wo die Verlängerungen der Wurzeln des J_1 und J_2 den Nasenhöhlenboden treffen würden.

Mit dem zweiten Prämolar beginnt die Serie der Zähne, die zur Kieferhöhle in näheren Beziehungen stehen. Wie erwähnt, stellt sich der Boden der Kieferhöhle bei der Profilbetrachtung normal als leicht nach unten gewölbte Linie dar mit dem tiefsten Punkt über dem ersten Molarzahn. Dieser Zahn kommt daher mit seinen Wurzelspitzen gewöhnlich am nächsten zum Binnenraum der Höhle (Fig. 158), doch ist der Unterschied in dieser Hinsicht in der Regel nicht groß gegen den zweiten Molar (Fig. 159), die Entfernung der Wurzelspitzen beider von der Innenfläche der Höhle beträgt gewöhnlich 2·5—4 *mm*; über dem dritten Molar ebenso wie über dem zweiten Prämolar erhebt sich schon wieder in der Regel der Boden des Hohlraumes. Zur Eröffnung der Kieferhöhle von der Alveolarseite her wird sich daher die Alveole des ersten Molars am besten eignen, darnach kommt gleich der zweite Molar.

Eine ausnehmend weite Ausdehnung der Kieferhöhle nach dem Alveolarfortsatz hin, ein Verhalten, das Zuckerkandl durch den Namen Alveolarbucht gekennzeichnet hat, ruft in mehreren Beziehungen eine Änderung der geschilderten Verhältnisse hervor. Die Höhle pflegt sich in solchen Fällen auch medianwärts mehr als normal auszudehnen, so daß jetzt nicht nur der erste Prämolar, sondern auch der Caninus in ihr Bereich fällt (Fig. 160), durch die gleichfalls vorhandene stärkere Ausdehnung nach hinten-lateral tritt auch der dritte Molar in ein näheres Verhältnis zu ihr. Die die Höhle von den Alveolen trennende Bodenplatte erscheint stark verdünnt. Die Alveolarkuppen ragen als Vorsprünge tropfsteinartig in den Hohlraum hinein, wobei die drei Wurzeln des Molars gewöhnlich einen gemeinsamen Hügel bilden, doch kommt am ersten und zweiten Molar auch das Verhalten vor, daß jede der einzelnen Wurzelzacken einen besonderen Höcker hervorruft. Es ist übrigens zu bemerken, daß solche Alveolenzapfen bisweilen auch bei nicht übermäßig ausgedehnter Kieferhöhle angetroffen werden. Ledouble[1] hat in 38 von 80 Fällen solche Vorsprünge festgestellt, 15mal war es der zweite, elfmal der erste, fünfmal der dritte Molar, dreimal der zweite Prämolar, zweimal der erste Prämolar und zweimal der Caninus, dessen Alveole in die Höhle ragte.



Fig. 158.
Aus einem Frontalschnitt des Kopfes. Beziehung des ersten Molars zum Boden der Kieferhöhle. Entfernung der Bukkomesialwurzel vom Höhlenboden 2·5 *mm*, doch scheint nicht gerade die Wurzelspitze getroffen. An der Nasenscheidewand eine starke Leiste, die mit der unteren Wurzel in Berührung tritt. Natürliche Größe.

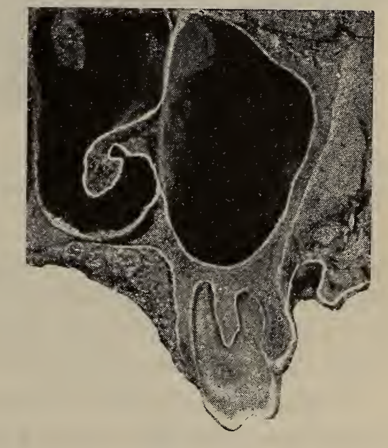


Fig. 159.
Aus einem Frontalschnitt des Kopfes. Beziehung des zweiten Molars zur Kieferfläche. Entfernung der Spitze der Palatinalwurzel vom Höhlenboden 2·5 *mm*. Natürliche Größe.

Bei sehr dünner Scheidewand zwischen Alveole und Kieferhöhle passiert es außerordentlich leicht, daß der Sinus bei der Zahnextraktion durch Bruch der Alveolenwand eröffnet wird, ja in gewissen Fällen ist dies un-

[1] Ledouble, Traité des variations des os de la face de l'homme. Paris 1906.

vermeidlich. Wurzelabszesse eröffnen sich bei dünner Alveolenkuppe leicht in die Kieferhöhle. Die Kuppe kann papierdünn sein, ja sie kann überhaupt fehlen oder Dehiszenzen aufweisen, so daß sich der Wurzelperiost unmittelbar mit der Kieferhöhlenschleimhaut berührt. In solchen Fällen wird eine Wurzelhautentzündung besonders leicht eine Erkrankung der Kieferhöhle hervorrufen können. Ein solches Übergreifen eines alveolaren Prozesses auf die Schleimhaut des Sinus maxillaris ist übrigens denkbar und möglich auch bei normal dickem Sinusboden, angesichts des von Schweitzer (1897, S. 896) nachgewiesenen Zusammenhangs zwischen den Lymphgefäßen des Periodontiums und der Schleimhaut der Kieferhöhle. 5% der Empyeme der Kieferhöhle sind dentalen Ursprungs (Kalisch und Hübner).

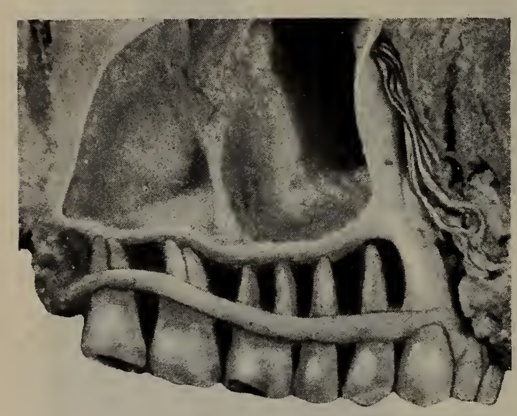


Fig. 160.
Stark nach unten ausgedehnte Kieferhöhle. Alle drei Molaren sind nur durch eine 3 *mm* breite Bodenplatte vom Hohlraum des Antrum Highmori entfernt.

Dehiszenzen der knöchernen Wandung der Kieferhöhle kommen auch an anderen Stellen vor, sind aber im allgemeinen selten. Sie sind von Zuckerkandl, Merlin, insbesondere aber von Kanasugi[2] untersucht worden. Letzterer fand unter 3500 daraufhin geprüften Schädeln 26 mit Dehiszenzen der Highmorshöhle, was 0·74% entspricht. Sie fanden sich an der fazialen, hinteren und orbitalen Wand, oft im Verlauf einer Gefäßfurche. Natürlich werden solche Dehiszenzen bei Erkrankungen der Kieferhöhle die direkte Fortpflanzung des pathologischen Prozesses auf das äußere Kieferperiost, auf die Gewebe des Gesichtes und auf den Inhalt der Augenhöhle begünstigen, doch kommt ihnen wegen ihrer Seltenheit keine größere praktische Bedeutung zu.

Ebenso wie durch eine außergewöhnliche Ausdehnung werden die Beziehungen der Zähne zu der Kieferhöhle auch durch eine abnorm geringe Entwicklung der letzteren beeinflußt. Bei ungewöhnlichem Hochstand des Sinusbodens liegt über den Alveolen der Molarzähne eine dicke Schicht von spongiöser Knochensubstanz, die ein operatives Eindringen in die Kieferhöhle von der Alveole her fast unmöglich machen, zumindest aber sehr erschweren kann. Einen gewissen Schluß auf ein solches Verhalten erlaubt die Höhe des Gaumens. Bei flachem Gaumen darf man eher auf eine tief

[2] Kanasugi, Über die Dehiszenzen der Kieferhöhle. Berliner klinische Wochenschrift Jahrg. 1908, Nr. 30.

herunterreichende Kieferhöhle rechnen mit nur dünner Scheidewand gegen die Alveolen, bei höherem Gaumen ist eine massigere Trennungsschicht zu erwarten. Es ist hierauf auch bei der Wahl eines operativen Eingriffes zur Eröffnung der Kieferhöhle Rücksicht zu nehmen. Übrigens haben diese Verhältnisse in letzter Zeit sehr viel an praktischer Bedeutung eingebüßt dadurch, daß die Eröffnung des Sinus maxillaris neuerdings schon viel seltener nach der Cowperschen Methode, das heißt von einer Alveole her vorgenommen wird, sondern daß fast ausschließlich der nasale Weg oder die Gesichtsfläche des Oberkieferknochens nach dem Caldwell-Lucschen oder Denkerschen Verfahren auf dem Wege der oberen Umschlagsfalte der Vestibularschleimhaut zum Eindringen in das Antrum benutzt wird, mit Anlegung einer Gegenöffnung nach der Nasenhöhle.

Die Verengerung der Kieferhöhle in querer Richtung wird, wie schon erwähnt, hauptsächlich durch Vorbuchtung der nasalen Wandung gegen den Hohlraum der Kieferhöhle verursacht. Die Nasenhöhle erweitert sich auch normal nach unten, so daß ihre laterale Wandung im Bereich des unteren Nasenganges gewöhnlich in die senkrechte Fortsetzung der medialen Wandung der Augenhöhle zu liegen kommt. Verschiebt sich die Wandung lateralwärts, so fällt sie, nach oben verlängert, schon in das Gebiet des Bodens der Augenhöhle, und eine ansehnliche Partie der Gesichtshälfte des Oberkieferbeins, die sonst der Highmorshöhle entspricht, gehört noch der Nasenhöhle an. Natürlich ändern sich dadurch auch die Beziehungen der Zähne zu der Höhle, indem nur die Molaren oder gar nur der zweite oder dritte unter die Kieferhöhle fallen.

Auskleidung der Kieferhöhle. Die Kieferhöhle wird von einer dünnen Schleimhaut austapeziert, deren tiefere Schicht zugleich auch die innere Periostbekleidung des Knochens darstellt. Sie läßt sich leicht vom Knochen ablösen und bildet gelegentlich nach Zuckerkandl Falten. Ein zylindrisches Flimmerepithel bildet die Epithelbedeckung, dessen Flimmerhaare nach dem Ostium zu schlagen. Dann folgt eine Basalmembran (Scheff 1886), deren Existenz allerdings von mancher Seite (Paulsen 1886, Schiefferdecker 1896) bestritten wird. Der darunterfolgende bindegewebige Anteil besteht aus locker gefügten kollagenen Bündeln mit sehr wenig elastischen Fasern. Die Schleimhaut ermangelt nicht der Drüsen, doch kommen sie nur sehr sporadisch und ohne jede Regelmäßigkeit der Verteilung vor. Es handelt sich teils um verästelte, teils um einfache schlauchförmige Drüsen von ähnlichem Typus, wie sie auch der Regio respiratoria zukommen. Nach Schiefferdecker kann man häufig lange suchen, ehe man eine Drüse findet und mehrere Quadratzentimeter große Stücke der Schleimhaut durchmustern, ohne eine einzige gewahr zu werden; an anderen Stellen häufen sie sich dann mitunter wieder mehr an. Eine sehr mäßige lymphoide In-

filtration findet sich stellenweise, ohne daß es zur Bildung von Lymphfollikeln kommt.

Die Lymphgefäße der Schleimhaut der Kieferhöhle sammeln sich nach Schweitzer (1907) in Stämme, die durch das Foramen infraorbitale beziehungsweise dessen Nebenkanälchen im Knochen auf die Fazialfläche hinaustreten und hauptsächlich zum mittleren und lateralen submandibularen Lymphknoten, eventuell ausnahmsweise auch zu den tiefen Parotisdrüsen ziehen.

Entwicklung der Kieferhöhle. Nach Torrigiani[1] ist die erste Anlage der Kieferhöhle schon bei dem Embryo von 38 *mm* — Ende des zweiten Monats — nachzuweisen als eine kleine Ausstülpung des Epithels der Nasenschleimhaut, zunächst ohne Beziehungen zur lateralen Knorpelplatte der Nasenhöhle, die zu dieser Zeit noch ohne Unterbrechung bis zur Ansatzlinie der unteren Nasenmuschel herunterzieht. Im vierten Monat bildet die Knorpelplatte nach der Darstellung von Mihalkovics[2] an der betreffenden Stelle eine winklige Knickung, die wie in eine Bucht den Epithelrezeß in sich aufnimmt. Vertieft wird die Bucht und der Rezeß dadurch, daß vom oberen Rand der unteren Nasenmuschel als eine zunächst knorpellose, dann durch einen Knorpel gestützte Schleimhautfalte der Processus uncinatus hervorwächst, darüber als Vorwölbung der lateralen Knorpelplatte die Bulla ethmoidalis entsteht; die beiden Bildungen fassen das Epithelsäckchen zwischen sich. Nun wird am Grunde der Bucht der Knorpel resorbiert, und die Sinusanlage kann sich jetzt auf Kosten des bindegewebigen Stützmaterials etwas im Bereich des Oberkiefers erweitern. Im sechsten bis siebenten Monat stellt sich die Epitheleinsenkung als plattgedrückter Gang dar, dessen blindes Ende von spongiöser Knochensubstanz umgeben wird; die Kieferhöhle ist um diese Zeit erst 5 *mm* tief. Sie wächst auch nur wenig bis zur Geburt und auch darüber hinaus, solange nämlich die Anlagen der Milchzähne im Oberkiefer sitzen.

Wir überlassen im folgenden Zuckerkandl das Wort[3]. »Beim Neueborenen bildet die Kieferhöhle eine kleine Vertiefung an der äußeren Nasenwand, deren vorderes Ende sich knapp hinter dem Sulcus lacrimalis befindet. Das hintere Ende der Sinusanlage liegt unmittelbar auf der Zelle des zweiten Milchmahlzahnes. Lateralwärts stößt der Sinus maxillaris an den Canalis infraorbitalis, nach unten hin überragt derselbe den Boden des eben genannten Kanals nicht. Der Infraorbitalkanal selbst ist nach außen

---

[1] C. A. Torrigiani, Lo sviluppo delle cavità accessorie delle fosse nasali nell' uomo. Arch. ital. di Anatom. e Embriol. vol. XII, 1914, pag. 153.

[2] V. v. Mihalkovics, Bau und Entwicklung der pneumatischen Gesichtshöhlen. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft, X. Versammlung. Berlin 1896, S. 44.

[3] In Scheffs Handbuch 3. Aufl., S. 226.

hin in schwammiges Knochengewebe eingehüllt. Die Spongiosa, welche adäquat der Größenzunahme des Sinus maxillaris resorbiert wird, ist namentlich gegen den Jochfortsatz zu in großer Menge vorhanden.«

Nach meinen eigenen Befunden stellt sich die Kieferhöhle beim Neugebornen nach Wegnahme der mittleren Nasenmuschel, des Processus uncinatus und der Bulla ethmoidalis als eine etwa 6 *mm* tiefe sagittale Rinne von 7 *mm* Länge dar, die unten nicht über die Ansatzlinie der unteren Muschel, oben nicht über den Canalis infraorbitalis und unten-lateral nicht über den ersten Milchmolar hinausreicht.

Im zweiten Lebensjahr hat die Kieferhöhle dank dem Hervortreten der Milchzähne an Tiefe wesentlich gewonnen und erreicht schon die Alveolenkuppe des ersten bleibenden Molars, die nur mehr partiell mit dem Augenhöhlenboden in Berührung steht. Vorn reicht die Höhle nur bis zur medialen Seite des Infraorbitalkanals, während sie weiter hinten über diesen schon etwas gegen den Jochfortsatz hinausgewachsen ist.

Im dritten und vierten Jahr setzt sich der vordere Anteil des Sinus seitlich schon ein wenig über den Infraorbitalkanal hinaus fort, hinten erstreckt sich die Höhle auf die Alveolen des ersten und zweiten Molarzahnes. Im fünften und sechsten Jahr hat der Fundus des Sinus bereits die Kuppe der bleibenden Eckzahnalveole erreicht. Im siebenten lassen sich bedeutende Fortschritte feststellen, die auf das allmähliche Hervortreten der bleibenden Zahnanlage zurückzuführen sind. Die Höhle ist etwa bis zur Mitte des Abstandes zwischen Infraorbitalkanal und Jochfortsatz lateralwärts gewandert, ihr Fundus lagert auf den Alveolen des bleibenden Eckzahnes, des zweiten Prämolars und der zwei vorhandenen permanenten Mahlzähne.

Im achten bis neunten Jahr hat die Kieferhöhle annäherungsweise der Breite nach die Form erreicht, wie sie sich beim Erwachsenen zeigt, in senkrechter Richtung ist ihr Boden noch nicht tief genug herabgerückt. Im zehnten Jahr senkt sich auch ihr Boden und steht nur noch im Bereiche der Eckzähne und der zwei noch nicht durchgebrochenen Molaren hoch. Im zwölften Jahr, nachdem der zweite Mahlzahn durchgebrochen ist, rückt der Sinus auch an dieser Stelle gegen den Alveolarfortsatz herab.

Im allgemeinen sind auf den Entwicklungsgrad der Kieferhöhle beim Kind zwei Momente von Einfluß. Erstens die geringe Höhe des kindlichen Gesichtsschädels, wodurch im Zwischenraum zwischen Alveolarteil und Augenhöhlenboden der entsprechende Platz zur Entfaltung des Sinus in senkrechter Richtung fehlt. Noch bedeutungsvoller ist das zweite Moment, nämlich der Umstand, daß auch der geringe hierzu verfügbare Raum durch die Anlagen der Milch- und der Dauerzähne in Anspruch genommen ist, die in Ermanglung eines eigentlichen Alveolarfortsatzes zunächst noch im Oberkieferkörper selbst ihren Sitz haben. In dem Maße, wie sich ein Processus

alveolaris entwickelt und die Zähne allmählich in diesem herunterrücken und einzeln zum Vorschein kommen, bildet sich an der frei werdenden Stelle die Kieferhöhle aus, wozu auch die gegen die Pubertätszeit einsetzende und in den Entwicklungsjahren rasch und in gesteigertem Maße vor sich gehende Höhenzunahme des Gesichtes das ihrige beiträgt.

So sehen wir also, daß die Bildung der Kieferhöhle in erster Reihe mit der Bildung der Milch- und der Dauerzähne in Korrelation steht, besonders mit der der letzteren. Beim Neugebornen ist die Kieferhöhle eine einige Millimeter breite Tasche, die sich lateralwärts vom mittleren Nasengang aus bis zum Canalis infraorbitalis erstreckt. Der übrige Raum des Oberkieferkörpers wird von Zahnkeimen und spongiösem Knochen ausgefüllt. Auch nach dem Durchbruch der Milchzähne lassen die Zahnkeime der bleibenden Zähne wenig Platz für die Kieferhöhle übrig. Erst mit dem Beginn der zweiten Dentition, also vom sechsten bis siebenten Jahr an, fängt sie stärker zu wachsen an und erreicht, während die Molaren hervorkommen und der Gesichtsschädel an Höhe zunimmt, ziemlich schnell ihre endgültige Größe. Ob die Kieferhöhle unter solchen Umständen wirklich, wie Zuckerkandl angibt, hauptsächlich durch Resorption von schon angelegter spongiöser Knochensubstanz zustande kommt, scheint mir mehr als fraglich. Die Resorption dürfte hier nur in dem Sinn und Umfang eine Rolle spielen wie bei dem Knochenwachstum überhaupt.

Onodi[1] gibt für die Kieferhöhle des Kindes bis zum achten Jahr folgende Maße an: Im ersten Jahr schwankt ihre Länge zwischen 5 und 19 *mm*, die Höhe zwischen 3 und 9 *mm* und die Breite zwischen 2·5 und 8 *mm*. Im zweiten Jahr schwankt die Länge der Kieferhöhle zwischen 10 und 12 *mm*, die Höhe zwischen 8 und 9 *mm* und die Breite zwischen 3 und 7 *mm*. Im dritten Jahr ist ihre Länge 23 *mm*, ihre Höhe 13 *mm*, ihre Breite 13 *mm*. Im vierten Jahr ist die Länge der Kieferhöhle 26 *mm*, die Höhe 13 *mm*, die Breite 12 *mm*. Im achten Jahr beträgt ihre Länge 38 *mm*, ihre Höhe 23 *mm* und ihre Breite 20 *mm*.

Empyeme und Katarrhe der Kieferhöhle kommen beim Kinde nach Angabe der Kinderärzte und Rhinologen häufiger vor, als bisher allgemein angenommen wurde, besonders im Anschluß an Infektionskrankheiten, namentlich an Scharlach. Es kann in solchen Fällen eine Eröffnung der Kieferhöhle notwendig werden. Solange der erste Dauermolar nicht hervorgetreten ist, kommt hierbei natürlich der alveolare Weg nicht in Betracht; ist dieser Zahn schon erschienen, so kann nach dessen Extraktion die Punktion auf diesem Wege vorgenommen werden. Besser eignet sich hierzu der mittlere Nasengang, obgleich der Zugang zu diesem bei der

---

[1] A. Onodi, Die Nebenhöhlen der Nase beim Kind. Würzburg 1911, S. 6.

Schmalheit der kindlichen Nasenhöhle beschwerlich ist; der untere Nasengang kommt nach Haike (Archiv für Laryngologie 1910) als Punktionsstelle wegen des geringen Tiefstandes der kindlichen Kieferhöhle erst nach dem zwölften Jahr in Frage, bis dahin liegt die Gefahr nahe, unter die Kieferhöhle zu gelangen, wie dies in einigen publizierten Fällen tatsächlich vorgekommen ist. Die Radikaloperation von der vestibularen Mundschleimhaut und der Gesichtsfläche her wurde schon in mehreren Fällen (von E. Meyer, Killian, Haenel, Hoffmann u. a.) mit Erfolg ausgeführt.

Funktionelle Bedeutung der Kieferhöhle. Zum Schlusse mögen hier einige Bemerkungen über den Nutzen der Kieferhöhle Platz finden. Das zu Sagende bezieht sich aber nicht auf die Kieferhöhle allein, sondern betrifft sämtliche Nebenhöhlen der Nase. Die gangbarste Auffassung ist immer noch jene alte Lehre, die den Hauptnutzen der pneumatischen Gesichtshöhlen in der Verminderung des Schädelgewichtes erblickt, was besonders den Bewegungen des Kopfes zugute kommen soll. Diese Ansicht geht schon auf Vesal zurück und ist besonders von Schneider, Bertholin, Highmore, Johannes Müller und Henle befürwortet worden. Der Umfang des Gesichtsschädels ist bis zu einem gewissen Grad ein gegebener; er wird bestimmt einerseits durch den Zahnbesatz des Oberkiefers, anderseits durch den Anschluß des Gesichtes an die in ihrer Größe durch das Volumen des Gehirns festgelegte Schädelbasis. In senkrechter Richtung bedingt die Nasenhöhle als Geruchsorgan und als Atmungsweg ein bestimmtes Maß der Gesichtsentwicklung. Eine vollkommene Ausfüllung dieses Raumes durch Knochensubstanz, sei es auch nur durch spongiöse, scheint in der Tat überflüssig; es genügt hier soviel Knochenmaterial, als notwendig ist, um nach den Prinzipien der Statik die Festigkeit der Konstruktion zu sichern, ja für die Elastizität des Baues ist eine nicht ganz kompakte Zusammenfügung entschieden vorteilhafter. Haben nun auch Braune und Clasen (1877) nachgewiesen, daß der durch den Luftgehalt der Gesichtshöhlen im Vergleich zu einer Ausfüllung mit spongiöser Knochensubstanz erzielte Gewinn des Schädels an Gewichtsverminderung bloß 1% seiner Belastung beträgt, so ist dieser Gewinn doch nicht gering anzuschlagen, besonders wenn man den Kopf als zweiarmigen Hebel auffaßt, dessen vorderer, vor dem Hinterhauptgelenk gelegener Arm ohnehin schon überbelastet ist.

Eine zweite Anschauung, die in Braune und Clasen ihre Urheber hat, hält die Nebenhöhlen für Hilfsorgane der Riechperzeption, und zwar auf Grund folgender Erwägung. Bei der Einatmung tritt Luftverdünnung in der Nasenhöhle ein, diese gleicht sich jedoch bald aus, und zwar einerseits von seiten der Außenluft durch die Nasenlöcher, anderseits durch die Ostien aus dem erwärmten Luftvorrat der Nebenhöhlen. Es wird also im Anschluß an jeden Atemzug ein Aus- und Einströmen der Luft aus

Nasenhöhlen stattfinden müssen; ein solcher Strom muß aber bei der Lage der Ostien wesentlich die Luft in der Riechgegend in Bewegung setzen und die eingeatmete Luft der Riechschleimhaut zuführen. Je enger die Verbindung des Nasenhöhlenraumes mit der Außenluft ist, um so größer wird der Luftbezug aus den Gesichtshöhlen sein, und um so mehr wird die Regio olfactoria in den Kreis der Strömung einbezogen werden; hieraus erklärt sich das Schnüffeln, das nichts anderes ist als ein sakkadiertes Einatmen durch die Nase bei willkürlich durch Muskeltätigkeit verengten Nasenlöchern.

Ihre beiden Urheber suchten diese Hypothese auch durch Versuche zu stützen, deren Beweiskraft aber in Zweifel gezogen wurde (Scheff). Der Umstand, daß die Kieferhöhle gerade bei den mit dem stärksten Geruchsvermögen begabten Tieren, nämlich den Fleischfressern, nur schwach entwickelt ist, überhaupt die Gesichtshöhlen bei ihnen zurücktreten, ist dieser Annahme nicht gerade günstig, ebensowenig wie die Tatsache, daß bei Menschen mit rudimentär entwickelter Kieferhöhle keine Abnahme des Riechvermögens beobachtet wurde.

Eine Erwärmung der vorbestreichenden Luft durch den Austausch mit dem stagnierenden Luftgehalt der Kieferhöhle kann wohl bei der Schnelligkeit des Stromes und der Enge der Mündung kaum ernstlich als Hauptbestimmung in Erwägung gezogen werden.

Die neueste Ansicht [1] erblickt den wichtigsten Nutzen der pneumatischen Hohlräume in der Dämpfung der bei der Kaufunktion entstehenden Geräusche. Ob sich aber wohl die Patienten, deren Kieferhöhle mit dickem Eiter erfüllt ist oder an denen eine Radikaloperation des Kieferhöhlenempyems ausgeführt und die Höhle mit Gazestreifen ausgefüllt worden ist, über unerträgliche Geräusche beim Kauen beklagen? Meines Wissens ist dies nicht der Fall.

[1] L. Hradský, Zur Physiologie des Antrum Highmori. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Jahrg. XXIX, 1913, S. 42.

Histologie der Zähne mit Einschluß der Histogenese.

Von

V. v. Ebner.

Die Zähne beanspruchen in rein histologischer Beziehung eine eingehende Besprechung, da die Hartgewebe derselben sonst nirgends im menschlichen Körper sich finden. Dies gilt insbesondere vom Zahnbeine und vom Schmelze; aber auch das Zement, obwohl dem Knochengewebe näherstehend als das Zahnbein, zeigt Besonderheiten des Baues, die wir bei anderen Formen des Knochengewebes vermissen.

Es ist morphologisch und histogenetisch begründet, wenn die Zähne Schleimhautpapillen verglichen werden. Das Zahnbein stellt eine erhärtete Oberflächenschicht der bindegewebigen Schleimhauterhebung dar. An der Basis der Papille treten die Gefäße und Nerven in den weich bleibenden Innenteil, die Zahnpulpe. Überdeckt wird die erhärtete Oberfläche der Papille von einem eigentümlich gebauten, sehr harten Oberhautgewebe, dem Schmelze, der die Stelle des Epithels der Papille vertritt. Strenge durchführbar bleibt jedoch der Vergleich von Zahn und Schleimhautpapille nur so lange, als der Zahn noch wurzellos ist. Nur die Krone ist von Schmelz, also von Oberhautgewebe, bedeckt. Von dem Moment an, wo die Wurzel ausgebildet ist, besitzt die Zahnpapille auch einen von Oberhaut unbedeckten Teil, der von dem knochenartigen Zementgewebe umlagert wird. Einen allgemeinen Überblick über die Anordnung der Hartgewebe des Zahnes gibt Fig. 161. Den Zahn im Stadium der epithelbedeckten Papille vor Bildung der Hartgewebe stellt Fig. 184 auf S. 369 dar.

I.

Schmelz (Email, Substantia vitrea, adamantina, Encaustum).

Der Schmelz ist in seinem völlig entwickelten Zustande das härteste Gewebe des menschlichen Körpers. Seine Härte ist nach Hoppe ungefähr der des Apatits, nach Kopetzky (Wedl) jener des Quarzes gleich.

Sieht man von zufälligen oder künstlichen Färbungen der Oberfläche ab, so zeigt gesunder Schmelz ein gelblich oder bläulich weißes, halb durchscheinendes Ansehen. Wirkliches Pigment, wie es im Schmelze mancher Tiere (Nagezähne des Bibers, Eichhörnchens usw.) vorkommt, fehlt den menschlichen Zähnen vollständig.

Fig. 161.

Längsschliff eines Eckzahnes. *a* Bräunliche Parallelstreifen (schräg). b Schregersche Faserstreifen des Schmelzes. *c* Größere Interglobularräume. *e* Tomessche Körnerschicht des Zahnbeins. *f* Zement. *p* Pulpahöhle. Im Zahnbein der Krone einige Konturlinien.

Der völlig ausgebildete Schmelz besteht überwiegend aus Erdsalzen, unter welchen der dreibasisch phosphorsaure Kalk die Hauptmasse bildet. Die organische Substanz beträgt nur 3—5%. Nicht abgenutzte Zähne sind an der Oberfläche des Schmelzes mit einem ungefähr 1 Mikromillimeter (= 0·001 *mm*) dicken strukturlosen Häutchen, dem Schmelzoberhäutchen (Kölliker) [Nasmithsche Membran, Cuticula], bedeckt, welches sich durch seine große Widerstandsfähigkeit gegen Reagenzien auszeichnet. Es ist nach Kölliker verkalkt, löst sich nicht in Säuren, selbst beim Kochen, und wird durch kochende Kali- und Natronlauge nur aufgelockert. Das eigentliche Schmelzgewebe ist dagegen in verdünnten Säuren ziemlich leicht löslich und hinterläßt, im Gegensatz zum Knochen und Zahnbein, fast keinen Rückstand.

Die Elementarteile des Schmelzgewebes sind eigentümliche, starre, im ausgebildeten Schmelze vielleicht nur aus unorganischem Material gebildete Fasern, die Schmelzprismen oder Schmelzsäulen, Schmelzfasern. Sie haben eine bedeutende Länge und reichen von der Zahnbeinoberfläche bis zur freien Schmelzfläche, zu welcher sie unter mehrfachen Biegungen verlaufen. Der Querschnitt der Schmelzprismen ist entweder polygonal, in der Regel aber auf der einen Seite von einer konvexen, auf der entgegengesetzten von einer oder mehreren konkaven Bogenlinien begrenzt (Fig. 162*a* und 164). Da die konvexen Ränder auf weite Strecken nach derselben, und zwar nach der Zahnbeinseite

gerichtet sind, zeigen die Querschliffe der Prismen eine arkadenförmige Anordnung (Smreker). Im ganzen haben daher die Prismen vorwiegend die Form einer kannelierten Säule, welche auf einer Seite gewölbt, auf der entgegengesetzten mit einer bis drei Furchen oder Rinnen versehen ist, die von dünnen, flügelartigen Anhängen der Prismen begrenzt sind. Seltener ist der Umriß der Prismen geradlinig polygonal, nahe der Oberfläche ziemlich regelmäßig sechseckig. In der Tiefe gegen das Zahnbein zeigen die Prismen wechselnde Formen und sind im Querschnitt unregelmäßig polygonal, oft fast rundlich (siehe Fig. 163). Der Durchmesser der Prismen nimmt von der Zahnbeinoberfläche gegen das äußere Ende beträchtlich zu; er schwankt etwa zwischen 3—6 Mikromillimetern. Ob es Schmelzprismen gibt, welche nicht durch die ganze Dicke des Schmelzes gehen (Retzius, Kölliker, J. Tomes, Waldeyer), ist zweifelhaft und aus später, bei Besprechung der Schmelzentwicklung anzuführenden Gründen unwahrscheinlich. Die größere Ausdehnung der freien Schmelzoberfläche im Vergleich zu der bedeckten Zahnbeinfläche wird durch den nach außen zunehmenden Durchmesser und durch Biegungen der Prismen begreiflich (Hannover).

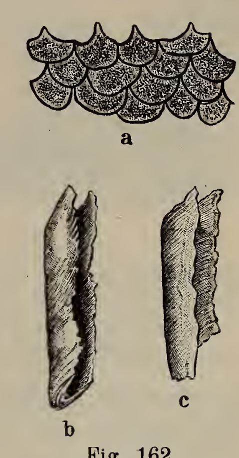


Fig. 162.
a Querschliffe von Schmelzprismen eines Neugeborenen. Vergr. 890 (nach Smreker). *b* und *c* Abgesprengte Prismenstücke von Erwachsenen. Vergr. 700.

Die Schmelzprismen sind durch eine spärliche, im nicht völlig entwickelten Schmelze wasserreiche, im ganz harten Schmelze jedoch völlig verkalkte Kittsubstanz (Zwischensubstanz) zusammengehalten. An Schliffen durch den vollständig erhärteten Schmelz ist daher, bei Vermeidung jeder Säurewirkung, nichts von Struktur zu sehen und die Prismen treten erst durch Ätzung mit Säuren hervor. Solcher homogen erscheinender Schmelz findet sich regelmäßig in dünner Lage dicht am Zahnbein. Die Kittsubstanz ist, wie die Prismen, in Säuren löslich. Doch quillt sie vor der Lösung und löst sich langsamer als die Substanz der Prismen. Dies gilt für verdünnte Salzsäure; in höherem Grad aber noch für verdünnte Chromsäure und Pikrinsäure. Die Kittsubstanz hält die Prismen fest zusammen. Relativ reichlich ist die Kittsubstanz in der Tiefe nahe am Zahnbein. Unverkalkte

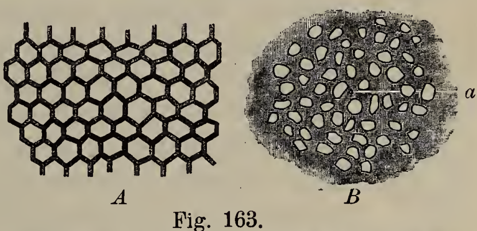


Fig. 163.
Querschnitte von Schmelzprismen von einem mit Salzsäure geätzten Querschliffe eines Molarzahns. *A* Nähe der Oberfläche. *B* Nahe dem Zahnbein. Schmelzprismen hell, Kittsubstanz dunkel. *a* Querschnitt eines Zahnkanälchens, das in den Schmelz eingedrungen ist. Vergr. 500. Kamerabild.

Kittsubstanz findet sich da und dort im Schmelze. In ziemlich regelmäßigen Abständen von im Mittel 0·1 *mm* ziehen von der Zahnbeingrenze Büschel oder Blätter unverkalkter Kittsubstanz zwischen den an solchen Stellen häufig schraubenartig gedrehten Prismen mehr weniger weit nach außen (Fig. 169); außerdem findet sich regelmäßig unverkalkte Kittsubstanz in den später zu besprechenden Retziusschen Streifen. An trockenen Zähnen schrumpft die unverkalkte Kittsubstanz und nimmt Luft auf. Sie erscheint dann im durchfallenden Licht braun, im auffallenden Licht kreidigweiß. Der Lösung in Säuren widersteht die unverkalkte Kittsubstanz länger als die verkalkte. Der Kitt erschwert, besonders wenn er verkalkt ist, die Isolierung der Prismen. Man erhält durch Absprengen stets nur sehr kurze Prismenstücke. Völlig unverletzte Prismen von hartem Schmelz erscheinen vollständig homogen und lassen keinerlei feinere Struktur erkennen. Die Prismen sind deutlich negativ, einachsig doppelbrechend (Hoppe), der Brechungsquotient des ordentlichen Strahles beträgt für die Fraunhofersche Linie *D* 1·6277, der des außerordentlichen annähernd 1·6234. Die optische Achse fällt mit der Längsrichtung der Prismen meist annähernd zusammen, doch kommen im oberen Teil der Krone Abweichungen der beiden Richtungen bis zu 20° und darüber vor.



Fig. 164.
Querschliffe von Schmelzprismen eines Neugebornen nach Smreker. Vergr. 890.

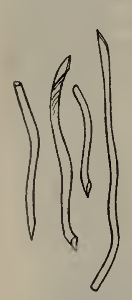


Fig. 165. Isolierte Schmelzprismen vom Schneidezahn eines Neugebornen.

Beim Zertrümmern zeigen die Prismen zweierlei Bruchflächen: muschelige und ebene. Durch muscheligen Querbruch entstehen häufig ausgehöhlte Prismenenden; durch muscheliges Aussplittern der Seiten erscheinen die Prismen häufig wie gezähnt (siehe Fig. 166 *c*). Ebene Bruchflächen sind meist schräg unter ziemlich spitzen Winkeln gegen die Prismenachse gestellt. Dicht aneinanderliegende Schrägbrüche lassen häufig die Prismen schräggestreift erscheinen. Bei gewissen Stellungen der Prismen können die Schrägbrüche auch eine Querstreifung vortäuschen, die jedoch mit der Querstreifung, welche durch Säuren entsteht, nichts zu tun hat.

Mit Säuren, namentlich verdünnter Salzsäure, erhält man eine meistens, aber nicht immer, im Anfang der Wirkung deutliche Querstreifung der Schmelzprismen. Dieselbe wird erst durch die Säure hervorgerufen und ist an völlig intakten Prismen nicht zu sehen. Sie erinnert an die Ätzstreifungen, welche an manchen Kristallen auftreten, und steht in Zusammenhang mit der ungleichen physikalischen Beschaffenheit der Schmelzprismen nach der

Längs- und Querrichtung, welche in der starken Doppelbrechung dieser Gebilde deutlich ausgesprochen ist. Ätzt man Schmelzsplitter während der Beobachtung unter dem Mikroskop, so sieht man zuerst unregelmäßige, seichte Vertiefungen an den Prismen auftreten, welche bald zu queren Bändern zusammenfließen. Alsdann sind abwechselnd eingetiefte und erhabene Stellen vorhanden, das Prisma ist varikös geworden und macht nun einen ähnlichen Eindruck wie eine quergestreifte Muskelfaser, indem die dickeren Teile der Faser wie Konvexlinsen, die eingetieften aber wie Konkavlinsen wirken und daher eine ähnliche Verteilung von Hell und Dunkel hervorrufen wie abwechselnde Scheiben von stark und schwach lichtbrechender Substanz.

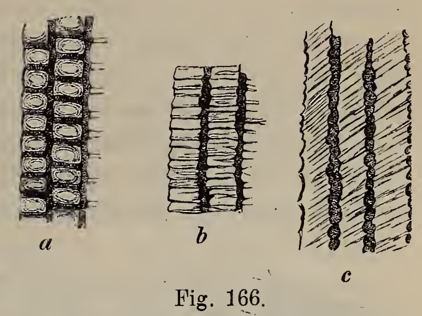


Fig. 166.
a Durch Salzsäure erzeugte Querstreifen der Schmelzprismen. *b* Durch Bruch entstandene Querstreifen. *c* Ebenso entstandene Schrägstreifen von Schmelzprismen.

Wenn auch die Querstreifung der Schmelzprismen als solche nicht präexistiert, so scheint sie doch nicht der Ätzstreifung eines homogenen Kristalls zu entsprechen. An nicht vollständig ausgebildetem Schmelz beobachtet man manchmal nach Auflösung der Kalksalze eine leiterartige Anordnung in der noch nicht völlig gelösten organischen Substanz, welche darauf hindeutet, daß in den Schmelzprismen alternierende Scheiben von etwas verschiedener Beschaffenheit vorhanden sind, obwohl am unversehrten Prisma davon nichts zu bemerken ist. Dafür spricht auch einigermaßen der Umstand, daß die Querstreifen an einem und demselben Prisma sowohl als auch oft an ganzen Reihen von Prismen in ziemlich gleichmäßigen Entfernungen auftreten (3—5 Mikromillimeter).

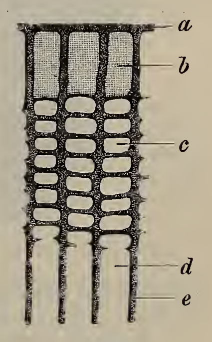


Fig. 167.
Halbschematischer Längsschnitt eines in Salzsäure entkalkten Schmelzsplitters vom bleibenden Eckzahn eines vierjährigen Kindes. *a* Schmelzoberhäutchen. *b* Organischer Rest der Schmelzprismen nahe der Oberfläche. *c* Region der Schmelzprismen mit leiterartig angeordneten Resten der organischen Substanz, *d* Region der vollständig gelösten Prismen. *e* Kittsubstanz zwischen den Schmelzprismen.

Bei Embryonen und neugebornen Kindern zeigen die flügelartigen Anhänge der Schmelzprismen oft sehr deutlich eine Zusammensetzung aus schräggestellten dünnen Fäserchen, die teilweise auch isoliert werden können. Diese Schmelzprismen sind noch weich, für Flüssigkeiten durchdringbar und daher auch färbbar, reich an organischer Substanz, welche bei der Behandlung mit Säuren als zusammenhängender Rest zurückbleibt. Völlig harte Schmelzprismen sind dagegen für Flüssigkeiten nicht durchdringbar, daher unfärbbar und lösen sich — abgesehen von der zwischen denselben liegenden Kittsubstanz — sofort vollständig in Säuren. In Zusammenhang mit diesen auffälligen

Verschiedenheiten von embryonalen und völlig ausgebildeten Schmelzprismen ist die von Hoppe entdeckte positive Doppelbrechung des jugendlichen Schmelzes.

Gegen das Zahnbein grenzt sich der Schmelz der Menschenzähne mit einer eigentümlich buchtigen Oberfläche ab. Er bildet größere oder kleinere halbkugelige oder kleinere Kugelsegmente darstellende Vorsprünge, welche in entsprechende Vertiefungen des Zahnbeins eingreifen (siehe Fig. 168). Zwischen den Schmelzvorsprüngen finden sich einspringende Furchen, in welchen firstartige Erhebungen der Zahnbeinoberfläche, die Gruben der letzteren umgrenzend, eingelagert sind. Der Durchschnitt der Schmelz-Zahnbeingrenze erscheint daher wie festoniert. Gegen den Zahnhals werden die Buckel des Schmelzes flacher; doch fehlen sie, wenigstens an den bleibenden Zähnen, auch nahe dem Schmelzrande selten ganz.



Fig. 168.

Querschliff einer Zahnkrone. Grenze von *D* Dentin und *S* Schmelz. *aa* Zahnkanälchen, in den Schmelz sich fortsetzend. *b* Zahnkanälchen, kolbig erweitert, im Schmelz endigend.

Mehrhöckrige Zähne zeigen an der Kaufläche, zwischen den Höckern sehr häufig mehr weniger tief eindringende Spalten, sogenannte Fissuren. Tiefe Fissuren finden sich nach den Beobachtungen O. Zsigmondys (1903) ausnahmslos an den Molaren und Prämolaren dann, wenn die Abhänge der Höcker unter spitzen Winkeln in der Furche zwischen den Höckern zusammentreffen; sie fehlen dagegen ganz, wenn die Abhänge der Höcker allmählich sich abflachend in den Boden der dazwischenliegenden Furche übergehen. Nicht selten zeigen die Fissuren seitliche Ausläufer und bei den Molaren komplizierte, oft windschief verbogene Verlaufsrichtung. Bei den Prämolaren fand Zsigmondy die in etwa 80% normaler Zähne vorkommenden Fissuren. oft $1^1/_2$ *mm* tief, mit ampullenartiger Erweiterung am Boden, an welchem sich nur eine ganz dünne Schmelzlage, niemals aber nacktes Zahnbein befindet. Die Weite der Spalte an ihrem Eingang beträgt nur 0·024—0·044 *mm*, die ampullenartige Erweiterung am Boden kann dagegen doppelt bis dreimal so weit sein als die darüberliegende Spalte. Das Zustandekommen der Fissuren erklärte Zsigmondy durch die gegenseitige

Behinderung der den Schmelz bildenden Zellen, welche auf jedem Kronenhöcker selbständige Anfangspunkte der Schmelzentwicklung herstellen; später aber in den Furchen, zwischen den Höckern allmählich in eine Spalte zusammengedrängt und dadurch der Ernährungsmöglichkeit beraubt werden (siehe Entwicklung des Schmelzes S. 377).

Eine schwer zu beantwortende Frage ist, in welcher Ausdehnung im normalen menschlichen Schmelzgewebe Hohlräume vorkommen. Sicher ist, daß man an jedem trockenen Zahnschliffe, abgesehen von offenbar durch das Schleifen entstandenen Sprüngen, lufthaltige Hohlräume antrifft, die von einer besonderen Beschaffenheit des Schmelzes an den betreffenden Stellen herrühren müssen. Dies gilt insbesondere von den noch später zu besprechenden Retziusschen Parallelstreifen sowie von den bereits erwähnten Büscheln und Blättern unverkalkter Kittsubstanz, die von der Zahnbeingrenze nach außen ziehen (Fig. 169). Doch ist es oft schwierig, zu entscheiden, wie weit es sich um unverkalkte Kittsubstanz und wie weit um bereits im Leben vorhandene Hohlräume und Kanälchen handelt. Die an trockenen Schliffen sichtbaren spaltförmigen Hohlräume, welche sich ohne scharfe Abgrenzung erweisen, sind wohl sämtlich durch Eintrocknen unverkalkter Kittsubstanz entstanden und existieren als solche im Leben nicht. Dagegen sind scharf abgegrenzte, kolben- oder spindelförmige Lücken, welche da und dort in der Nähe der Zahnbeingrenze gefunden werden und mitunter mit drehrunden Kanälchen (Schmelzkanälchen) in Verbindung stehen, als schon im Leben vorhanden zu betrachten. Es kommen aber auch wirkliche Fortsetzungen der Zahnkanälchen in den Schmelz hinein vor. An keinem zur Beobachtung geeigneten Schliffe fehlen Stellen, an welchen nicht da und dort ein kurzes Stück eines Zahnkanälchens, ohne merkliche Änderung des Lumens, manchmal sogar noch unter gabeliger Teilung, etwa 20—50 Mikromillimeter weit in die Kittsubstanz des Schmelzes eindränge. Daß die Röhrchen in der Kittsubstanz liegen, sieht man manchmal deutlich an geeigneten Querschliffen der tiefsten Schmelzlage (siehe Fig. 163 *B, a*, S. 327).

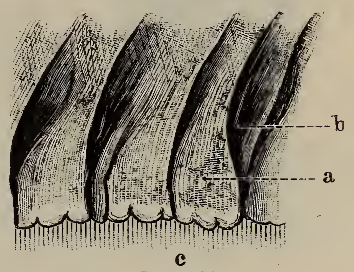


Fig. 169.

Querschliff von der Krone eines Mahlzahnes vom Erwachsenen. Vergr. 120. *a* Harter Schmelz. *b* Büschelartige Blätter unverkalkter, flüssigkeitsreicher Kittsubstanz, am trockenen Schliff mit Luft erfüllt. *c* Zahnbein.

Die Oberfläche des Schmelzes zeigt, abgesehen von gröberen, oft pathologischen Unebenheiten, eine feine, in horizontalen Linien um den Zahn laufende Streifung, welche Leeuwenhoek entdeckte und von der ruckweisen Bewegung des das Zahnfleisch durchbrechenden Zahnes herleitete. Man sieht die Streifen an trockenen Zähnen bei etwa zehnmaliger Lupenver-

größerung, wenn das Licht auf den fast horizontal gestellten Zahn von vorn und oben in der Richtung der Streifen einfällt (siehe Fig. 170*a*). Die Streifen machen dann einen ähnlichen Eindruck wie die Hautriffen an der Volarseite der Fingerspitzen; sie bestehen also aus niedrigen, leistenartigen Erhebungen, zwischen welchen Furchen sich befinden. Diese Schmelzwülstchen stehen am dichtesten nahe an der Schmelzgrenze, wo Czermak 28—24 auf den dritten Teil einer Linie ($^1/_3''' = 0{\cdot}73\,mm$) zählte, während weiter oben nur 12—10 und ganz oben, gegen die Kaufläche, wo die Wülstchen undeutlich werden, nur 6—4 auf dasselbe Maß kamen. Diese Oberflächenskulptur kommt nur den bleibenden Zähnen zu; den Milchzähnen fehlt sie (Czermak). An den letzteren sieht man nur unregelmäßig verteilte Grübchen. Nicht zu verwechseln ist mit den Schmelzwülstchen eine zweite Art von querer Streifung, die man bei der angegebenen Art der Beobachtung aus der Tiefe durchschimmern sieht (siehe Fig. 170*b*). Sie ist gröber und hängt mit der Anordnung der Schmelzprismen zusammen und findet sich auch bei Milchzähnen. Diese aus der Tiefe hervorschimmernden Streifen stehen in unmittelbarer Beziehung zu den an Längsdurchschnitten im auffallenden Licht sichtbaren hellen und dunklen Bändern, welche nahe am Zahnhals annähernd senkrecht zur Oberfläche des Schmelzes gerichtet sind, weiter aufwärts sich aber mehr und mehr aufrichten (siehe Fig. 161*b*, S. 326), und welche von Hunter und Schreger als Faserstreifen bezeichnet wurden. Diese Streifen rühren von einer entgegengesetzten Verlaufsrichtung der Schmelzprismen her. An den Seitenflächen der Krone ist die Anordnung der Schmelzprismen im allgemeinen so, daß die Prismen Gürtel darstellen, deren Aufsicht von der Oberfläche des Zahnes her annähernd horizontale Streifen bildet (siehe Fig. 170*b*), während der Durchschnitt der Gürtel den Hunter-Schregerschen Faserstreifen entspricht (siehe Fig. 161*b*). Innerhalb eines Gürtels steigt jedes Prisma in annähernd radiärer Richtung vom Zahnbein auf, biegt dann bald seitlich ab und verläuft nun in seitlicher Richtung durch den größten Teil der Dicke des Schmelzes, um schließlich, nahe der freien Oberfläche, wieder in eine nahezu radiäre Richtung abzulenken, wie dies im beistehenden Schema (siehe Fig. 171) dargestellt ist. In den abwechselnden Gürteln erfolgt die einheitliche Biegung

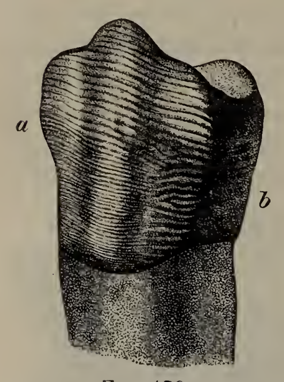


Fig. 170.
Jugendlicher oberer Backenzahn, mit der Lupe gesehen. Links bei *a* die Schmelzwülstchen. Rechts bei *b* die (breiteren) Schregerschen Faserstreifen aus der Tiefe hervorschimmernd.

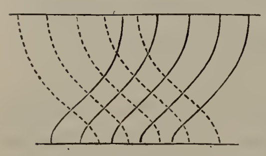


Fig. 171.
Schema des Verlaufes der Schmelzprismen in zwei aufeinanderfolgenden Prismengürteln des Zahnquerschnittes.

der Prismen in entgegengesetzter Richtung. Bei manchen Nagetieren ist dieses Schema des Faserverlaufes fast rein ausgeprägt. Nicht so bei den Menschenzähnen. Bei diesen wird das Schema durch folgende Umstände mehr oder weniger verwischt:

1. Bestehen die einzelnen Gürtel nicht aus einer einfachen Prismenlage, sondern aus etwa 10—20 solcher, wobei im allgemeinen die Zahl der Lagen gegen den zugeschärften Rand des Schmelzes zunimmt.

2. Zeigen die in einem Gürtel vereinten Prismen zwar in der Hauptsache dieselbe Verlaufsrichtung; die Neigung der Prismen während der Seitwärtsbiegung ist aber in den verschiedenen Lagen wechselnd.

3. Zeigen die Prismen außer den Hauptbiegungen auch sekundäre kleine Wellenbiegungen.

4. Bleiben die Biegungen nicht in einer Ebene, sondern es finden sich auch, namentlich an der Kaufläche, schraubenförmige Drehungen von Prismenbündeln (Hannover).

5. Bleiben auch die äußeren Prismenenden, insbesondere bei den permanenten Zähnen, nicht parallel, sondern zeigen noch merkliche Divergenzen.

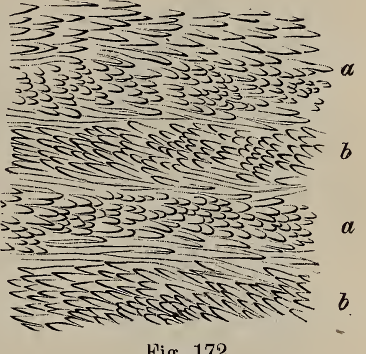


Fig. 172.

Stück eines geätzten Längsschliffes eines bleibenden Backenzahnes. Mitte der Schmelzdicke. *a a* Schregersche Streifen, in welchen die Prismen nach links, *b b* solche, in welchen sie nach rechts in die Tiefe ziehen. Vergr. 170. Kamerabild.

An radialen Längsschliffen, welche mit verdünnter Salzsäure geätzt sind, kann man die entgegengesetzte Verlaufsrichtung der Prismen in den Durchschnitten der Gürtel, welche den sogenannten Faserstreifen entsprechen, deutlich erkennen. Stellt man das Präparat so, daß die Faserstreifen in der Einfall- beziehungsweise Reflexionsebene des Lichtes unter dem Mikroskop liegen, so sieht man die infolge der Ätzung zugespitzten Enden der Prismen und nimmt wahr, daß in den einen Gürteln die Prismen vom Beschauer weg aus der Schliffebene in die Tiefe ziehen, bei den anderen umgekehrt gegen den Beschauer hin. Dabei erscheinen die Prismen eines Gürtels teils nahezu der Länge nach getroffen, andere schräg, andere nahezu der Quere nach, wie dies Fig. 172 wiedergibt. Betrachtet man die Gürteldurchschnitte oder, was dasselbe ist, die Faserstreifen im auffallenden Licht, so erscheinen unter dem Mikroskop diejenigen hell, in welchen die Prismen von der Schliffebene gegen den Beschauer in die Tiefe ziehen. In Wirklichkeit gilt natürlich das Umgekehrte, da ja das Mikroskop das Bild total umkehrt. Der Wechsel heller und dunkler Streifen ist begreiflich. Stellt man sich gegen eine Lichtquelle und blickt von oben auf einen Glasstab, der vom

Beschauer weg nach abwärts sich neigt, so wird ein Reflex wahrgenommen; neigt sich der Glasstab gegen den Beschauer abwärts, so verschwindet der Reflex. Dasselbe gilt für die Schmelzprismen, und es ist selbstverständlich, daß, wie Czermak zuerst ermittelt hat, die Schregerschen Faserstreifen, welche bei einer bestimmten Stellung im auffallenden Licht hell erscheinen, nach einer Azimutaldrehung um 180° dunkel werden und umgekehrt die früher dunklen Streifen hell. Die Grenze zweier Schmelzgürtel fällt stets in eine Region, in welcher die Prismen mit nur geringen Abweichungen von der radiären Richtung vom Zahnbein zur Oberfläche verlaufen und daher am radiären Längsschliff annähernd längs getroffen erscheinen.

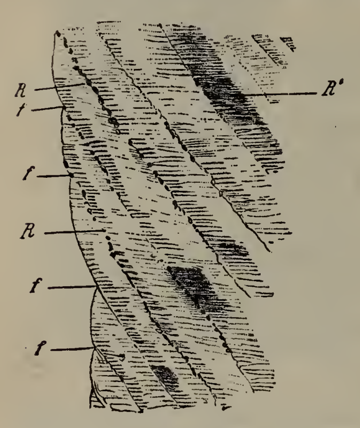


Fig. 173.
Radialer Längsschliff der Schmelzoberfläche nahe dem Schmelzrand eines bleibenden Eckzahnes. Vergr. 200. *R* Retziussche Linien mit abgebrochenen Prismen. *R'* Retziusscher Streifen aus der Tiefe durchschimmernd. *f* Furchen zwischen den Schmelzwülstchen.

Während die Schregerschen Faserstreifen sich aus der Anordnung der Schmelzprismen vollständig erklären lassen, ist für das Zustandekommen einer zweiten Art von Streifen, den von A. Retzius zuerst genauer beschriebenen bräunlichen Parallelstreifen, eine besondere Beschaffenheit des Schmelzgewebes maßgebend. Die typischen Parallelstreifen sieht man an trockenen Schliffen schon bei Lupenvergrößerung zugleich mit den Faserstreifen bei auffallendem Licht als weiße Linien oder Bänder (siehe Fig. 161 *a*, S. 326, Fig. 173). Im durchfallenden Licht erscheinen sie gelblich bis braun. An radiären Längsschliffen ziehen sie am Seitenteile des Schmelzes in ziemlich regelmäßigen Abständen unter Winkeln von 15 bis 30°, von der Oberfläche schräg in der Richtung gegen den Zahnhals nach der Tiefe des Schmelzes. Gegen die Kaufläche rücken die Streifen weiter auseinander und verlieren sich endlich ganz. Augenscheinlich gehen die die Oberfläche erreichenden bräunlichen Parallelstreifen des Längsschliffes von den Furchen aus, welche früher als zwischen den Schmelzwülstchen der Oberfläche gelegen beschrieben wurden, da sie in bezug auf Distanz und Verteilung mit diesen übereinstimmen. Dementsprechend fehlen den Milchzähnen mit den Schmelzwülstchen auch die regelmäßig angeordneten, die Oberfläche erreichenden bräunlichen Parallelstreifen, welche Preiswerk (1895) als Konturstriche bezeichnete. Außer den erwähnten Streifen kommen noch andere, die Oberfläche nicht erreichende vor, welche den eben beschriebenen im allgemeinen parallel laufen, meistens aber ziemlich unregelmäßig verteilt sind. Solche Streifen finden sich auch an Milchzähnen. Preiswerk unterscheidet dieselben als Konturbänder. Nicht selten verlieren sich Streifen

in diffus gebräunten Schmelzpartien von größerer Ausdehnung. An der Kaufläche kommen einzelne, der Oberfläche parallele Streifen vor. An Querschliffen ziehen die bräunlichen Streifen der Oberfläche parallel oder sie erreichen wohl auch da und dort die Oberfläche, wenn die Schmelzwülstchen schräg durchschnitten sind. Die braune Farbe ist als Pigment erklärt worden (Hertz, Wedl, Williams). Sie rührt aber von Luft her, welche teils in Spalten, teils in sehr feiner Verteilung in der interprismatischen Kittsubstanz sich findet und durch Auskochen der Schliffe entfernt werden kann. An den Streifen, welche die Schmelzoberfläche erreichen, ist die Luft in der Regel längs abgebrochener Prismen, die wie die Stufen einer Treppe aneinandergereiht sind, bis an die Oberfläche zu verfolgen. Nach Entfernung der Luft sind dann noch die Streifen als feine Linien, die einer Reihe quer abgebrochener Prismen entsprechen, zu erkennen. Es gibt aber auch lufthaltige Streifen, die in der Tiefe liegen und ringsum von luftfreier Schmelzsubstanz umschlossen sind. Die regelmäßig angeordneten Konturstriche an der polierten Oberfläche der Schliffe sind, abgesehen von der eigentümlichen Beschaffenheit der Kittsubstanz, durch eine besondere Brüchigkeit der im Bereiche der Parallelstreifen etwas dünneren Prismenabschnitte bedingt. Die bräunliche Farbe beziehungsweise der Luftgehalt der Konturstriche und Konturbänder an trockenen Schliffen kann durch die Annahme erklärt werden, daß periodisch während der Schmelzbildung reichlichere und zugleich nur sehr unvollständig verkalkende Kittsubstanz abgelagert wird, in welcher beim Trocknen der Zähne Risse entstehen, welche sich mit Luft füllen. Die Annahme, daß die bräunlichen Parallelstreifen mit der schichtweisen Ablagerung des Schmelzes zusammenhängen, wurde schon von A. Retzius, Linderer, Hannover und Kölliker gemacht und findet durch die Untersuchungen O. Zsigmondys (1913) Bestätigung. Die pathologischen Schmelzhypoplasien (Erosionen der Franzosen) sind in ihrer Begrenzung den Retziusschen Linien ähnlich; unterscheiden sich aber, nach Zsigmondy, wesentlich dadurch, daß längs der letzteren eine wahre Unterbrechung der Schmelzstruktur vorhanden ist, während eine solche an den Retziusschen Linien niemals vorkommt. Weder die Konturstriche noch die Konturbänder sind durch die ganze Schmelzdicke gehende Schichtengrenzen, sondern Streifen von beschränkter Ausdehnung, wie man sich an dickeren Schliffen überzeugen kann.

Vom rein histologischen Standpunkt ist das Schmelzoberhäutchen den Kutikularbildungen zuzurechnen. Waldeyer gab an, daß das Schmelzoberhäutchen von im Durchbruche begriffenen Zähnen eine Zusammensetzung aus Zellen zeige. Dies beruht jedoch auf einer Verwechslung mit Resten des Schmelzorgans oder mit Epithelzellen des Kieferrandes (Kollmann). Denn das Schmelzoberhäutchen ist bereits die äußerste homogene Schicht des Schmelzes und hängt mit der Kittsubstanz der Schmelzprismen zusammen, wenn die fertige Krone noch im Zahnsäckchen liegt. Eine zellige Struktur können übri-

gens auch die Abdrücke der Schmelzprismen an der inneren Fläche des Oberhäutchens vortäuschen. Der Ansicht von J. Tomes, Wedl, Ch. Tomes, Magitot und Baume, daß das Schmelzoberhäutchen dem Kronenzement (also Knochen, der den Schmelz überzieht) der Tiere entspreche, kann ich um so weniger beipflichten, als ich mich von der Richtigkeit der Angaben Köllikers und v. Brunns überzeugte, daß unter dem Kronenzement (Molarzähne des Meerschweinchens) noch ein deutliches Schmelzoberhäutchen nachgewiesen werden kann. Weitere Bemerkungen über das Schmelzoberhäutchen finden sich später in den Abschnitten: Zement und Histogenese.

Die Schmelzprismen wurden von Purkinje und Fränkel und fast gleichzeitig von A. Retzius genauer beschrieben. Eine Kittsubstanz zwischen den Schmelzprismen wurde in früherer Zeit nicht angenommen (Hannover) oder wenigstens mit den Worten abgetan, daß die Prismen ohne nachweisbare Kittsubstanz sich berühren (Kölliker, Waldeyer, Ch. Tomes usw.). Gegen jede Zwischensubstanz sprach sich später, ohne hinreichende Begründung, Sudduth aus und bis in die neueste Zeit O. Walkhoff. Letzterer glaubt, daß eine besondere Kortikalsubstanz der Prismen, deren Vorhandensein er nur aus der Lichtverteilung an polierten Schliffen erschließt, eine Kittsubstanz vortäusche. Um die Abgrenzung der Prismen gegeneinander begreiflich zu machen, muß er aber doch »Trennungslinien« annehmen. In der Ablehnung einer Kittsubstanz schließt sich E. Baumgartner (1911) an Walkhoff an, obwohl seine tatsächlichen Befunde mit den von mir erhobenen übereinstimmen. Er faßt das, was ich als Kittsubstanz bezeichne, als verschmolzene Oberflächenschichten der Prismen auf, was ja insofern eine gewisse Berechtigung hat, als bei der Entwicklung des Schmelzgewebes Prismen und Kittsubstanz anfänglich eine einheitliche unverkalkte Masse darstellen. Schon J. Tomes beschreibt ganz treffend den Schmelz als einer Honigwabe vergleichbar, deren Zellen mit einem festen Material erfüllt sind, und gibt entsprechende Abbildungen. Ich sehe nicht ein, wie überhaupt die Prismen als gesonderte Dinge gesehen werden könnten, wenn der Schmelz nur aus Prismensubstanz bestände. Die Grenze zwischen zwei Prismen muß etwas von diesen Verschiedenes sein und dieses Verschiedene ist, wenn auch oft unmeßbar dünn, weder ein leerer Raum noch Luft, sondern etwas, was die Verschiebung der Prismen gegeneinander verhindert und die Isolierung derselben enorm schwierig macht. Doch abgesehen von diesem rein theoretischen Grund, ist die Kittsubstanz direkt nachweisbar beim Entkalken, und verweise ich in dieser Beziehung auf die Fig. 174. An Schliffen hat Smreker (1903) durch Silberimprägnation die Kittsubstanz sehr klar darzustellen vermocht. Die Silberimprägnation gelingt aber nur am nicht ganz homogenen Schmelze. Dort, wo die Kittsubstanz völlig verkalkt ist, läßt sie sich weder mit Silber imprägnieren, noch mit Farbstoffen färben. Nicht völlig verkalkte Prismen sind, wie die unverkalkte Kittsubstanz, für Flüssigkeiten durchdringbar und lassen sich in toto färben oder mit Silber schwärzen. Das Vorkommen von doppelten Silberlinien zwischen zwei Prismen erklärt sich nicht — wie Halmar-Jungner (1905) annimmt — durch interprismatische, von Flüssigkeit erfüllte Lücken, sondern durch zwischen zwei Prismen eingeschobene flügelartige Fortsätze von Nachbarprismen. Eine, wie ich glaube, ebenfalls nicht haltbare Deutung eines analogen Befundes, an nicht versilberten Schliffen, gab

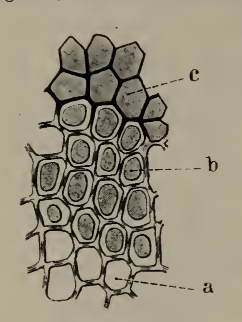


Fig. 174.

Querschliffe von Schmelzprismen von einem Mahlzahn des Erwachsenen. Schliff erst oberflächlich mit HCl geätzt, dann neuerdings poliert. *a* Prismen gelöst, nur die Kittsubstanz erhalten, *b* Prismen teilweise gelöst mit leerem Zwischenraum zwischen Prismen und Kittsubstanz. *c* Prismen, an welchen die geätzte Oberfläche ganz weggeschliffen ist.

Adloff (1914). Er hält die zwischen die Prismen sich einschiebenden Flügel von Nachbarprismen für eine besondere Zwischensubstanz und übersah den Zusammenhang dieser vermeintlichen „Zwischensubstanz" mit den Prismen ebenso wie F. Bödecker (1909), der jedem Prisma eine besondere Scheide zuschreibt und die zwischen zwei Prismen eingeschobenen Flügel von Nachbarprismen für von Flüssigkeit erfüllte Zwischenräume ansieht. Außer mit Silber wurde die Kittsubstanz auch durch Färbung (Rudas, Caush) an Schliffen nachgewiesen, insbesondere mit der von Rupprecht angegebenen Fuchsinmethode (Smreker 1905). Die Imprägnations- und Färbemethoden können übrigens immer noch Zweifel lassen, wie weit man es mit gefärbter Kittsubstanz, wie weit mit von Farbstoffen erfüllten Spalträumen zu tun hat. Solche Zweifel werden erst durch die Untersuchung von mit Säuren entkalktem Schmelz behoben. Auf diesem Wege haben insbesondere W. D. Miller, Viggo Andresen (1902) und Bödecker jun. die Kittsubstanz in den von der Zahnbeinoberfläche ausgehenden Blättern (Fig. 169), die teilweise Fortsetzungen bis zum Schmelzoberhäutchen haben (Miller), dargestellt. Mit einer verbesserten Methode, nämlich durch Einschließen dünner Schliffe in Zelloidin und darauffolgende Entkalkung in Salpetersäure, stellte L. Fleischmann (1909) die unverkalkte Kittsubstanz dar, und er konnte die Blätter und Büschel von der Zahnbeinoberfläche da und dort bis an das in seiner natürlichen Lage verbliebene Schmelzoberhäutchen, besonders im Bereiche der Fissuren, verfolgen. Der Zahnbeinoberfläche parallele, die tiefste Schmelzlage treffende Schliffe zeigen kittsubstanzreiche Linien, welche polygonale Felder umgrenzen. Der mittlere Durchmesser dieser Felder, welche zuerst Morgenstern abbildete, entspricht der Distanz der erwähnten Blätter an Querschliffen der Zahnkrone. Nach den Untersuchungen Gottliebs (1915) sind die unverkalkten Büschel und Blätter besonders zahlreich an den interproximalen, dagegen seltener an den bukkalen und lingualen Flächen des Schmelzes und lassen sich vielfach in das Zahnbein hinein, als nicht verkalkte Stellen des letzteren, verfolgen. Nach E. Baumgartner sollen in den Schmelzbüscheln unverkalkte Prismen vorkommen und in den Prismen der Retziusschen Streifen Querleistchen, welche reich an organischer Substanz sind. In der Annahme einer Kittsubstanz stimme ich mit Wedl, Frey, Klein u. a., teilweise mit Heitzmann, Bödecker und Abott überein; doch muß ich es für eine durch einseitige Methodik (Chromsäurewirkung) bedingte Täuschung erklären, wenn die letztgenannten Forscher zwischen den Schmelzprismen Fasern annehmen, welche sogar Seitenäste in die Substanz der Prismen abgeben sollen. Von interprismatischen Fibrillen spricht auch M. Morgenstern; ich kann aber, abgesehen von Schmelzkanälchen, keine besonderen Differenzierungen in der Kittsubstanz des Schmelzes sehen. Über die Querstreifen der Schmelzprismen sind verschiedene Vermutungen geäußert worden. Hannover und Hertz und später Baume leiten sie von der schichtweisen Ablagerung des Schmelzes her, Waldeyer sucht sie aus Kreuzungen der Prismen zu erklären, Kollmann glaubt, daß sie durch den mechanischen Akt des Kauens sekundär auftreten. Die im Text vertretene Darstellung habe ich an einem anderen Ort (1890) ausführlicher begründet.

Über die Länge der Schmelzprismen lassen sich keine absolut sicheren Angaben machen, da es bisher nicht möglich ist, die Prismen anders als auf kurze Strecken zu isolieren. Dagegen läßt sich leicht feststellen, daß die Prismen gegen die Oberfläche dicker werden. An einem mit verdünnter Salzsäure geätzten Querschliffe der Zahnkrone eines Molarzahnes zählte ich in einem Quadrat von 0·075 *mm* Seite an der Oberfläche im Mittel 145, dagegen nahe an der Zahnbeingrenze 225 Prismenquerschnitte.

Der schon von Erdl gesehene Übergang von Zahnkanälchen in den Schmelz wurde von J. Tomes, Kölliker, Hannover und Wedl bestätigt, merkwürdigerweise aber von Waldeyer und Hertz bezweifelt. Freilich handelt es sich beim Menschen nicht, wie

bei den Beuteltieren (J. Tomes), um Schmelzkanälchen, welche als Fortsetzungen der Zahnkanälchen fast den ganzen Schmelz durchsetzen, sondern stets nur um ganz kurze Röhrchen, die die Schmelzgrenze nur wenig überschreiten. Die Vermutung von J. Tomes, daß die Schmelzkanälchen der Beuteltiere hohlen Schmelzprismen entsprechen, konnte ich nicht bestätigen; sie liegen vielmehr bei diesen Tieren wie beim Menschen in der Kittsubstanz. Außer den aus dem Zahnbein sich fortsetzenden Kanälchen finden sich da und dort, besonders im Bereiche der Retziusschen Streifen, kurze röhrenförmige oder auch ganz unregelmäßig gestaltete Kanälchen. Bei vielen Nagetieren kommen regelmäßige, zwischen den Prismen verlaufende, drehrunde Schmelzkanälchen vor, die ohne Zusammenhang mit Zahnkanälchen sind. An einigen Längsschliffen kariöser Zähne des Menschen aus Prof. Wedls Sammlung glaube ich nun etwas Ähnliches an dem dem Zahnhalse benachbarten Teile des Schmelzes, und nur an diesem zu sehen. Doch ist dies jedenfalls kein regelmäßiges Verhalten. Eigentümliche Ansichten über den Bau des Schmelzes hat M. Morgenstern in einer Reihe von Arbeiten veröffentlicht. Er spricht von Nerven und Lymphbahnen des Schmelzes und unterscheidet an der Grenze zwischen Schmelz und Zahnbein ein besonderes »Nervenblatt«. Nerven und Lymphbahnen sollen am Schmelzrande mit Nerven und Lymphgefäßen der Wurzelhaut in Zusammenhang stehen. Was die Nerven anlangt, so handelt es sich wohl nur um Trugbilder, und als Lymphbahnen werden Kanälchen und andere unverkalkte Teile im Schmelze sowie im angrenzenden Zahnbein und Zement gedeutet, deren Zusammenhang mit Lymphgefäßen nicht erwiesen ist.

Daß die Schmelzwülstchen nur an den bleibenden Zähnen, nicht aber an den Milchzähnen vorkommen, ist eine bemerkenswerte, von Czermak entdeckte, später aber wieder in Vergessenheit geratene Tatsache. Von der Richtigkeit derselben kann man sich leicht überzeugen. An stark abgenutzten Zähnen können freilich die Schmelzwülstchen, die nur an ganz jugendlichen Zähnen vollkommen schön zu sehen sind, fast vollständig fehlen. Doch wird man bei aufmerksamer Untersuchung nur selten jede Spur derselben vermissen. Die Schmelzwülstchen, welche Preiswerk Perikymatien nennt, finden sich auch an den Zähnen vieler Säugetiere; fehlen aber den Halbaffen, Raubtieren und Insektenfressern zugleich mit den Konturstrichen.

Die im auffallenden Licht schon für das freie Auge sichtbaren, abwechselnd hellen und dunklen Streifen am Durchschnitt des Schmelzes hat Hunter zuerst abgebildet. Er glaubte, sie rühren davon her, daß der Schmelz den Bau eines faserig-kristallinischen Aggregats habe. Er bildete irrigerweise die Streifen auch am Querbruch des Zahnes ab, wo sie nicht zu sehen sind, und nannte sie Faserstreifen. Schreger zeichnete die Streifen in richtiger Weise nur am Längsdurchschnitt des Zahnes. Der Zusammenhang der Hunter-Schregerschen Faserstreifen des Schmelzes mit dem verschiedenen Verlauf der Schmelzprismen wurde zuerst von Fränkel und von Linderer erkannt. Doch leitete ersterer die Streifen von Wellenbiegungen, letzterer von abwechselnden Lagen längs und quer durchschnittener Prismen ab. Erst Czermak brachte Klarheit in die Frage, indem er nachwies, daß dieselben Streifen je nach der Orientierung zum auffallenden Licht hell oder dunkel erscheinen, und daß die am radialen Längsschnitt sichtbaren Streifen mit den Horizontalstreifen zusammenfallen, die man an tangentialen Längsschliffen sieht und die am ganzen Zahn aus der Tiefe hervorschimmern. Doch hat Czermak das mikroskopische Bild nicht genauer geschildert, und so findet man noch bei Kölliker (1867) die Darstellung von Linderer durchklingen, derzufolge Längs- und Querschnitte der Prismen bei den abwechselnden Streifen eine Rolle spielen sollen. Die Querschnitte der Prismen nehmen aber an radialen Längsschliffen von Zähnen immer die Mitte eines Faserstreifens ein, und die Grenzen zweier Faserstreifen fallen stets in eine Region, in

welcher die Prismen mehr der Länge nach getroffen sind (Fig. 172). Preiswerk bezeichnet die Streifen quer durchschnittener Prismen als Diazonien, die Streifen der Länge nach durchschnittener Prismen als Parazonien. Jeder Schregersche Streifen besteht dementsprechend aus einer Diazonie und aus je einer Hälfte einer Parazonie.

Es muß übrigens noch ausdrücklich bemerkt werden, daß Diazonien und Parazonien nur im mittleren Teil der Schmelzdicke, nicht aber im Basal- und Oberflächenteil ausgebildet sind. — Nach Eternod ist die eigentümliche Anordnung der Schmelzprismen von wesentlicher Bedeutung für die Druckfestigkeit des Schmelzes. Daß an den Schmelzprismen außer Wellenbiegungen, die unzweifelhaft vorkommen, auch scharfwinklige Zickzackbiegungen, wie sie insbesondere von Czermak und Kollmann angenommen wurden, sich finden, ist unerwiesen und nicht einmal wahrscheinlich. Allerdings erhält man sehr leicht den Eindruck, daß an Querschliffen des Schmelzes zickzackförmig geknickte Prismen vorkommen. Eine genaue Untersuchung läßt aber erkennen, daß wohl steile Wellenbiegungen, niemals aber scharfwinklige Knickungen, die stets durch Kreuzungen von Prismen vorgetäuscht werden, vorkommen. — Die bräunlichen Parallelstreifen wurden, als teilweise von Spalten zwischen den Prismen herrührend, schon von Czermak und Kölliker (1852) erkannt, und Baume führte zuerst die braune Farbe auf den Luftgehalt der Spalten zurück, ohne diese Angabe jedoch näher zu begründen. Kölliker erkannte ferner, daß die Streifen, wo sie dicht und regelmäßig an der Oberfläche auslaufen, dieselbe Distanz zeigen wie die Schmelzwülstchen. Die bräunlichen Parallelstreifen wollte Kollmann von Knickungen der Prismen ableiten. Der Umstand, daß im Bereich der Konturstriche die Prismen an radialen Längsschliffen fast ausnahmslos quer abbrechen, kann leicht zu der Meinung verführen, daß die Prismen in den Konturstrichen sukzessive ihre Neigung gegen die Schliffebene ändern. Dieser Meinung war ich früher in der Tat, bis ich durch das Studium der Entwicklung der Streifen sowie durch die Untersuchungen O. Zsigmondys zu der Überzeugung kam, daß nur die große Brüchigkeit der Prismen die treppenartig angeordneten Prismenquerbrüche an den angeschliffenen Konturstrichen bedingt. Die Streifen sind gerade dort am ausgesprochensten, wo die Prismen einen fast geraden Verlauf zeigen, und nur ganz ausnahmsweise kommt es vor, daß die Schmelzprismen im Bereich der Streifen eine starke Biegung erleiden. Das morphologisch Wesentliche der Retziusschen Streifen besteht wohl in einem Stehenbleiben der Kittsubstanz auf einer embryonalen Entwicklungsstufe, welche vorzüglich in einer unvollständigen Verkalkung und größeren Dicke derselben ihren Ausdruck findet. Die Prismen selbst zeigen, abgesehen von etwas geringerer Dicke, keine nachweisbaren Unterschiede gegenüber den Prismen der benachbarten Stellen. Nach H. Asper (1916) ist die Zahl der Retziusschen Linien am bleibenden oberen Eckzahn des Menschen im Mittel 197. Über die physiologische Bedeutung der Retziusschen Linien ist nichts Sicheres bekannt. Aber man darf, angesichts der typischen Regelmäßigkeit ihres Vorhandenseins bei vielen, aber keineswegs allen Säugetierordnungen, wohl nicht daran zweifeln, daß es sich nicht etwa bloß um eine Entwicklungsstörung zum Nachteil der vollen Funktionsfähigkeit handle. Zsigmondy, dem Adloff (1917) beistimmt, vermutete wohl mit Recht, daß die bräunlichen Parallelstreifen dem Schmelzgewebe bei aller Härte eine größere Elastizität verleihen könnten. Zu derselben Vorstellung kam ich selbst bei meinen Untersuchungen über die histologischen Veränderungen des Zahnschmelzes während der Erhärtung (Archiv. für mikroskopische Anatomie 67. Bd., S. 160). H. Asper bringt die Retziusschen Linien in Beziehung zur Querstreifung des Schmelzes, beachtet jedoch nicht, daß normale, unzersetzte Schmelzprismen weder im jugendlichen noch im ausgebildeten Zustand Querstreifung erkennen lassen. Es besteht einigermaßen eine Analogie zwischen den Retziusschen Streifen und den später zu besprechenden Owenschen

Konturlinien des Zahnbeins. Bezüglich weiterer Einzelheiten verweise ich auf meine bereits zitierte Abhandlung sowie auf meine Untersuchungen über die Veränderungen des Zahnschmelzes während der Erhärtung (1905), und was die Verschiedenheiten des Schmelzbaues und deren phylogenetische Bedeutung bei Säugetieren anlangt, auf die Untersuchungen von Preiswerk. Bei niederen Wirbeltieren, namentlich bei Selachiern, ist der Schmelz oft ohne deutliche Prismenstruktur und von Kanälchen durchsetzt, daher schwer als solcher zu erkennen und vom Zahnbein zu unterscheiden, worüber insbesondere auf C. Röse (im »Anatomischen Anzeiger« 1897) und Ch. Tomes (1898) verwiesen sei.

II.

Das Zahnbein (Dentin, Elfenbein, Subst. eburnea, Ebur),

nach dem Schmelz das härteste Gewebe des menschlichen Körpers, ist dem Knochengewebe nahe verwandt und hinterläßt wie dieses nach der Entkalkung mit Säuren eine elastisch biegsame, physikalisch dem Knorpel ähnliche Substanz, welche beim Kochen Leim gibt. Vom typischen Knochen der höheren Wirbeltiere unterscheidet sich das normale Zahnbein vor allem durch die Abwesenheit von in dem Gewebe selbst eingeschlossenen Zellen. Die mit der Bildung und den Lebensvorgängen in unmittelbarer Beziehung stehenden kernhaltigen Zellen, die Odontoblasten, befinden sich normalerweise sämtlich an der Innenfläche des Zahnbeins und stellen zugleich die oberflächliche Begrenzung der Pulpa dar. Sie senden in das Zahnbein hinein nur kernlose Ausläufer, welche in besonderen Röhrchen, den Zahnkanälchen, im allgemeinen radiär gegen die äußere Oberfläche verlaufen. Von diesen Zellen, den Odontoblasten, soll erst später bei Besprechung der Pulpa eingehender die Rede sein; es sind daher in diesem Abschnitt hauptsächlich die Zahnkanälchen und die Grundsubstanz des Zahnbeins zu behandeln.

Die Zahnkanälchen (Dentinröhrchen) stehen mit offenen Mündungen mit der Pulpahöhle in Verbindung und verlaufen unter mannigfaltigen Krümmungen im großen und ganzen radiär von der Pulpahöhle zur Oberfläche. Nahe der Wurzelspitze sind die Kanälchen fast horizontal oder sogar mit ihrem äußeren Ende wurzelwärts gekrümmt; weiter gegen den Zahnhals zu richten sich die Zahnkanälchen mehr und mehr auf, so daß ihr äußeres Ende kronenwärts ansteigt. In der Kaufläche selbst richten sie sich so auf, daß sie unter den Spitzen und Höckern der Krone nahezu in der Längsrichtung des Zahnes verlaufen. Die Zahl der Zahnkanälchen ist ungefähr doppelt so groß im Kronen- als im Wurzelteil. O. Römer zählte im Kronenteil 31.500 Kanälchenquerschnitte auf einem Quadratmillimeter; dagegen nur 14.700 auf derselben Fläche im Bereich der Wurzel.

Meistens lassen sich an den Kanälchen zwei Hauptkrümmungen erkennen, die zusammen eine S-förmige Linie bilden, deren erste Konvexität

wurzelwärts, deren zweite kronenwärts gerichtet ist (siehe Fig. 162, S. 326). Außer diesen Hauptkrümmungen zeigen die Kanälchen noch zahlreiche Wellenbiegungen, deren A. Retzius 200 auf eine Linie (2·3 *mm*) zählte und welche hauptsächlich an Zahnquerschnitten zutage treten. Nebst den Wellenbiegungen kommen auch spiralige Drehungen (J. Tomes, Welcker), namentlich am Anfangsteil der Kanälchen in der Wurzel, vor. Während des Verlaufes verästeln sich die Kanälchen durch Abgabe von dünneren Seitenzweigen, welche namentlich von der Konvexität der Wellenbiegungen abgehen und zum Teil miteinander anastomosieren, häufig aber wie federartige Anhänge der Hauptröhren erscheinen. Seltener, und zwar im Bereich der Wurzel, finden sich schon im Anfangsteil der Kanälchen Teilungen in zwei gleichwertige Äste. Die Endigung der Zahnkanälchen an der Oberfläche des Zahnbeins erfolgt in wesentlich verschiedener Weise im Wurzel- und im Kronenteil. Am klarsten liegen die Verhältnisse an der Wurzel in den — allerdings nicht gerade häufigen — Fällen, wo die sogenannten Interglobularräume unter dem Zement (die Körnerschicht, wovon später) vollkommen fehlen. In diesen Fällen findet sich unter dem glatt anliegenden Zement eine fast homogen aussehende Zahnbeinlage, in welcher sich die letzten blinden Enden der Zahnkanälchen, bisweilen mit einer birnförmigen Erweiterung, verlieren, nachdem sie sich vorher unter wiederholter spitzwinkliger Teilung in ein feines Geäst aufgelöst haben. Ist, wie gewöhnlich, eine Körnerschicht vorhanden, so zeigt sich im wesentlichen dasselbe Verhalten (siehe Fig. 175). An trockenen Schliffen jedoch, an welchen die Interglobularräume mit Luft erfüllt sind, scheinen die Zahnkanälchen einfach in diesen sich zu verlieren, obwohl die Enden der Zahnkanälchen auch in diesem Fall eigentlich blind in der unverkalkten Grundsubstanz endigen. Schlingenbildungen an den Enden kommen im ganzen selten vor und noch seltener Übergänge von Zahnkanälchen in Knochenkanälchen des Zements. Häufig kann man dagegen an Schliffen trockener Zähne einen

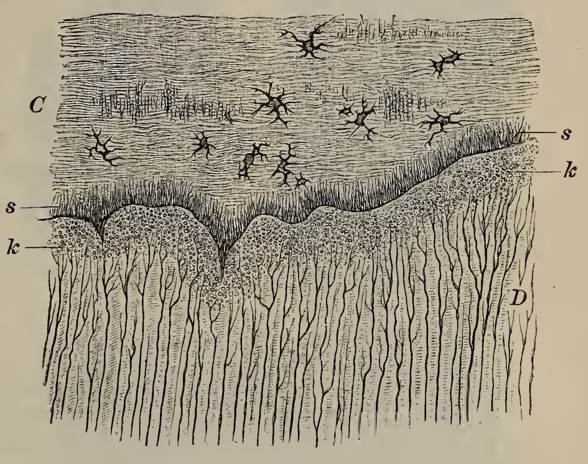


Fig. 175

Trockener Querschliff durch den unteren Teil einer Backenzahnwurzel mit buchtiger Dentingrenze. *D* Dentin. *k k* Körnige Grenzschicht des Dentins, in welcher die Zahnkanälchen enden. *C* Zement mit Knochenhöhlen und Sharpeyschen Fasern. *s* Senkrecht zur Zahnbeinfläche verlaufende Faserung der innersten Zementschicht.

Zusammenhang lufthaltiger Räume des Zements mit solchen des Zahnbeins beobachten, wobei es sich jedoch im Zahnbein um Interglobularräume, im Zement um unverkalkte Faserbündel handelt. Im Bereich der Zahnkrone gehen die Zahnkanälchen zum Teil bis an die Zahnbeingrenze gegen den Schmelz heran und hören dort nach vorausgehender, nicht sehr reicher Verästlung entweder scharf abgeschnitten auf oder setzen sich noch ein kurzes Stück weit in den Schmelz (siehe S. 330) fort. Ein großer Teil der Kanälchen zeigt aber büschelartige Endverzweigungen, welche dicht unter dem Schmelz kolbenartige Erweiterungen zeigen. Die Zahnkanälchen werden von innen nach außen zusehends enger, ihr Durchmesser beträgt am Anfang nach Kölliker 1·3 bis 2·2 Mikromillimeter, an der Wurzel zum Teil 4·5 Mikromillimeter (Riesenkanälchen, E. Hoehl). Die Zahnkanälchen lassen sich durch Mazeration des Zahnbeins in starken Säuren und Alkalien isolieren, und diese Isolierbarkeit beruht auf der Anwesenheit einer besonderen Wandung der Röhren, welche sehr widerstandsfähig und von der leimgebenden Grundsubstanz verschieden ist. Diese besonderen Wandungen der Zahnkanälchen, die Zahnscheiden Neumanns, lassen sich auch an dünnen Querschliffen der Zahnkanälchen, wenn auch nicht immer, wahrnehmen, doch muß man sich hüten, durch Diffraktion bedingte helle Ringe mit Zahnscheiden zu verwechseln (siehe Fig. 176 *d'*). An Schnitten von entkalkten Zähnen lassen sich die Scheiden durch Färbung, insbesondere mit Delafields Hämatoxylin (Fig. 177), deutlich sichtbar machen (L. Fleischmann). Dies gelingt jedoch nur an den Hauptkanälchen; nicht aber an den feinen Ästen und den Endverzweigungen. Im Innern der Zahnkanälchen, diese ganz erfüllend, finden sich die von J. Tomes entdeckten Zahnfasern (siehe Fig. 176 *t*), welche mit den Zellen an der

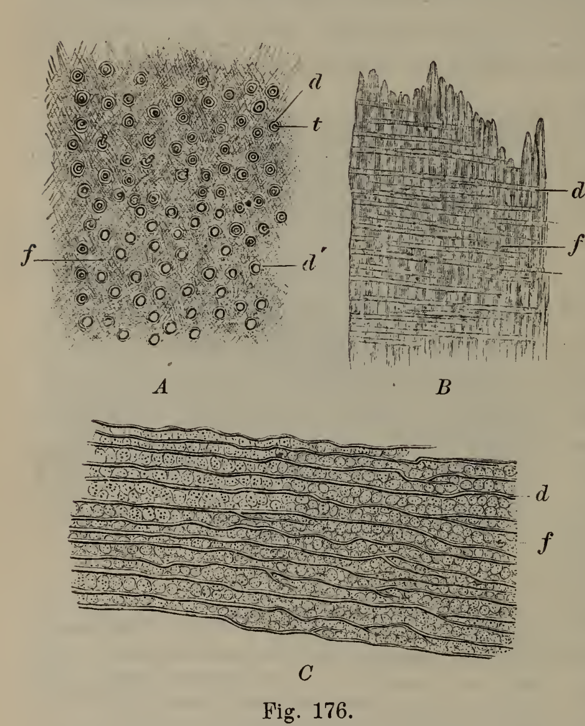


Fig. 176.

Zahnbein, Fibrillen und Zahnkanälchen. *A* Tangentialer, *B* radialer Längsschnitt. *C* Querschnitt des Zahnbeins, *d* Zahnkanälchen, *f* Fibrillen. In *A* ferner *t* Tomessche Fasern im Querschnitt, *d'* Zahnkanälchen mit Zahnscheiden, aber ohne Tomessche Fasern.

Oberfläche der Pulpa, den Odontoblasten, zusammenhängen und wie diese von weicher protoplasmatischer Beschaffenheit sind und daher nur an frischen, gut konservierten, nicht aber an mazerierten und trockenen Zähnen gesehen werden können.

Die Grundsubstanz des Zahnbeins wurde in älterer Zeit fast ausnahmslos als homogen dargestellt, J. Tomes schrieb ihr aber eine körnige Struktur zu. An Schnitten von sogenanntem Zahnknorpel, in welchem die leimgebenden Fibrillen gequollen sind, die in Wasser untersucht werden, erscheint das menschliche Zahnbein in der Tat fast homogen. Entkalkt man aber das Zahnbein mit Vermeidung von Quellung der leimgebenden Fibrillen, so kann man an feinen Schnitten oder an abgeschabten, sehr dünnen Stücken eine fibrilläre Struktur erkennen. An den Rißrändern sieht man die Fibrillen mitunter deutlich isoliert. Die Fibrillen des Zahnbeins sind von großer Feinheit, wohl kaum mehr als 0·3 Mikromillimeter dick, im ganzen von demselben Verhalten wie die Fibrillen des Knochengewebes und der fibrösen, sehnenartigen Texturen. Sie quellen in Alkalien und Säuren, die Quellung läßt sich durch Neutralisation rückgängig machen; sie sind positiv einachsig doppelbrechend mit der Längsrichtung entsprechender optischer Achse; kurz, sie verhalten sich in allem wie leimgebende Bindegewebsfibrillen.

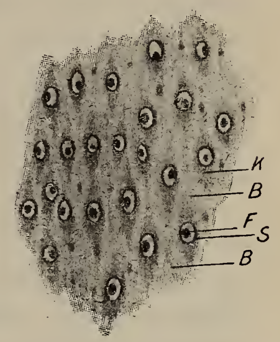


Fig. 177.
Tangentialschnitt durch die Wurzel eines Backenzahnes vom Affen. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, gefärbt in Delafields Hämatoxylin und Eosin. Die in Hämatoxylin gefärbten Teile dunkel. *B* Grundsubstanz, *F* Tomessche Zahnbeinfaser geschrumpft, *K* Kittsubstanzreiche Grundsubstanz, *S* Neumannsche Zahnscheide. Vergr. 740. Nach Schaffer. Fig. 431.

Außer den leimgebenden Fibrillen enthält die Grundsubstanz des Zahnbeins noch einen Kitt, der die Fibrillen verbindet und die Kalksalze enthält, während die leimgebenden Fibrillen — wenigstens in jugendlichen Zähnen — keine Kalksalze enthalten. Löst man die leimgebende Substanz an dünnen Schliffen in Wasser bei 120°, so bleibt die verkalkte Kittsubstanz erhalten, während an die Stelle der leimgebenden Fibrillen mit Flüssigkeit erfüllte Röhrchen getreten sind. Durch Trocknen der ausgekochten Schliffe füllen sich die Röhrchen mit Luft und werden dadurch mikroskopisch sichtbar. Die Kittsubstanz besteht nicht ausschließlich aus Kalksalzen und enthält noch eine, nach vorsichtiger Behandlung der ausgekochten Schliffe mit Säuren sichtbar werdende, organische Grundlage. Diese umschließt als zartes Wabenwerk die Fibrillenräume und hängt mit den Neumannschen Scheiden der Zahnkanälchen zusammen. Die Zahnscheiden gehen ferner an der Innenfläche des Zahnbeins in ein Häutchen über, das gegen Säuren und Alkalien ebenso widerstandsfähig ist wie die Zahnscheiden (Kölliker,

L. Fleischmann). Man kann diese kontinuierliche Begrenzungshaut der Zahnbeingrundsubstanz, die sowohl die Zahnkanälchen als die Innenfläche des Zahnbeins auskleidet, als innere Begrenzungsmembran des Zahnes (Lamina terminalis interna dentis, L. Fleischmann) bezeichnen. Sie ist, wie später bei Besprechung der Entwicklung der Zahngewebe (S. 371) auseinandergesetzt werden soll, als ein teilweises Stehenbleiben der Zahnbeingrundsubstanz auf embryonaler Stufe, doch mit sekundärer Umwandlung und Verkalkung, anzusehen. Ihrer chemischen Natur nach ist die Begrenzungsmembran nicht genauer bekannt.

Die Fibrillen der Zahnbeingrundsubstanz sind wie im typischen Knochen zunächst zu feinen Bündeln von etwa 2 Mikromillimeter Durchmesser vereint; sie sind aber nicht, wie im Knochen, in deutliche Lamellen geordnet. Der Verlauf der Bündel ist in der Hauptsache nach der Längsrichtung des Zahnes, jedoch der Längsachse keineswegs parallel. Die Bündel überkreuzen sich vielmehr, und zwar hauptsächlich in Ebenen, welche senkrecht auf der Verlaufsrichtung der Zahnkanälchen stehen.

Man bekommt an tangentialen Längsschnitten, welche senkrecht zu den Zahnkanälchen geführt sind, die Überkreuzungen zu sehen (siehe Fig. 176 *A*); an radialen Längsschnitten, welche parallel zu den Zahnkanälchen gehen, erscheinen die Fibrillen als Streifung, welche die Zahnkanälchen annähernd rechtwinklig kreuzt (siehe Fig. 176 *B*), und an Querschnitten endlich, welche parallel den Zahnkanälchen durch die Wurzel geführt sind, erscheinen die Fibrillenbündel quer oder schräg durchschnitten (siehe Fig. 176 *C*). Reine Querschnitte von Fibrillen können auf größeren Strecken deshalb nicht zur Ansicht kommen, weil, wie gesagt, die Bündel stets in Ebenen sich überkreuzen, welche auf den Zahnkanälchen senkrecht stehen. Innerhalb dieser Ebenen durchflechten sich die Fibrillenbündel unter Winkeln, welche in den inneren, der Pulpahöhle nahen Schichten ziemlich groß sind, gegen die äußere Zahnbeinoberfläche aber allmählich spitzer werden. An der Zahnbeinoberfläche wird die fibrilläre Struktur, namentlich im Wurzelteil, unregelmäßig und undeutlich, und die Grundsubstanz zeigt ein körniges Ansehen. Hält man daran fest, daß die Grundsubstanz aus sich überkreuzenden Lagen von Fibrillenbündeln besteht, so kann man sich das Zahnbein aus Lamellen aufgebaut denken, die, vielfach übereinander geschichtet, senkrecht zu den Zahnkanälchen verlaufen. Doch kommt eine wirklich lamelläre Struktur in der Regel deshalb nicht zum Ausdruck, weil die Verlaufsrichtung der Fibrillen in den aufeinanderfolgenden Lagen niemals plötzlich, sondern nur ganz allmählich sich ändert. Entsprechend der komplizierten Verlaufsrichtung der Zahnkanälchen ist auch die Anordnung der in dem angegebenen beschränkten Sinn vorstellbaren Lamellen, welche an einem radialen Längsdurchschnitt des Zahnes senk-

recht durchschnitten werden, eine verwickelte. Zunächst an der Pulpahöhle verlaufen die Lamellen der inneren Zahnbeinfläche parallel, dann neigen sie sich an der Wurzel nur wenig, je weiter gegen den Zahnhals, um so mehr, und zwar annähernd in Flächen von immer flacher werdenden Kegeln, deren Spitze der Zahnkrone, deren Basis der Wurzel zugewendet ist. Die größten Winkel bilden die Lamellen mit der Zahnachse am untersten Teil der Zahnkrone; dann richten sich die Lamellen wieder mehr auf, um im oberen Teil der Krone annähernd parallel zur Zahnbeinoberfläche zu verlaufen. Will man die ganze Lamellenanordnung in einen möglichst kurzen Satz zusammenfassen, so dürfte wohl das Richtige getroffen sein, wenn man sagt: die Lamellen sind während der Entwicklung des Zahnes der jeweiligen Pulpaoberfläche parallel. Ein Schema des Lamellenverlaufes ist in Fig. 178 dargestellt.

S

P

C

D

Fig. 178.
Schema des Verlaufes der Zahnbeinlamellen im Längsschliff eines Schneidezahnes. *D* Dentin mit den Linien, welche der Lamellenrichtung entsprechen. *S* Schmelz, *C* Zement, *P* Pulpa.

Mit der fibrillären Struktur und dem Verlauf der Zahnkanälchen hängt der eigentümliche Seidenglanz des Zahnbeins zusammen, welchen man mit bloßem Auge, im auffallenden Licht, an Längs- und Querschnitten bemerkt. Der Glanz wechselt je nach der Richtung der Zahnkanälchen beziehungsweise des Faserverlaufes, und das Zahnbein erscheint infolgedessen undeutlich gestreift. Die Streifen fallen mit den Hauptbiegungen der Zahnkanälchen am Längsschliff zusammen und werden als Schregersche Linien bezeichnet.

Selten ist das menschliche Zahnbein durch und durch gleichmäßig verkalkt. In der Regel finden sich unverkalkte Stellen der Grundsubstanz, Interglobularräume (Czermak), gegen welche sich das verkalkte Gewebe durch kugelige oder Kugelsegmenten entsprechende Vorsprünge, Zahnbeinkugeln (Kölliker), abgrenzt (siehe Fig. 179). Fast regelmäßig findet sich am Hals- und Wurzelteil des Zahnes, unter dem Zement, eine Schicht dicht gedrängter, sehr kleiner, vielfach zusammenfließender, an lufttrockenen Schliffen bei schwacher Vergrößerung wie eine körnige, dunkle Masse sich darstellender Interglobularräume, die sogenannte Körnerschicht (Granular layer, J. Tomes) (siehe Fig. 161*e* und 179*a*). Gegen den Kronenteil des Zahnes treten oft, an Längsschnitten reihenweise geordnet, große Interglobularräume auf (siehe Fig. 179*b*), mit begrenzenden

Kugeln bis zu 30 Mikromillimeter Durchmesser, daneben auch Reihen sehr kleiner Räume, welche namentlich an in Lack eingeschlossenen Schliffen leicht der Beobachtung entgehen und nur bei Anwendung von schiefer Beleuchtung sichtbar werden. Die reihenweise geordneten Interglobularräume der Krone folgen stets dem Striche der früher geschilderten Lamellen und bilden, wenn sie in großer Zahl vorhanden sind, eine deutlich ausgeprägte Schichtung, deren Durchschnitt die Konturlinien (Owen) darstellt. Die Konturlinien entsprechen in der Tat einer schichtweisen Ablagerung des Zahnbeins (Czermak). Bei der Bildung des Zahnbeins grenzt sich nämlich der bereits verkalkte Teil gegen den unverkalkten in Form einer mit halbkugeligen Vorsprüngen besetzten Fläche ab, die dann bei Unterbrechung der Verkalkung zur Bildung von Interglobularräumen Anlaß gibt. Die Konturlinien des Zahnbeins haben eine gewisse Analogie mit den Retziusschen Linien des Schmelzes (siehe S. 333), insofern in beiden Fällen eine periodisch während der Bildung auftretende unvollkommene Verkalkung vorliegt. Die der Pulpa zugewendete Seite des Zahnbeins ist, namentlich in der Krone, sehr häufig mit Zahnbeinkugeln besetzt (Czermak, Kölliker, Wedl).

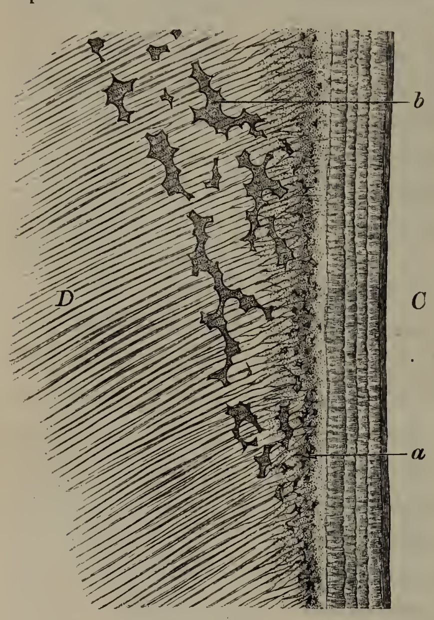


Fig. 179.
Längsschliff vom Halsteile einer Backenzahnwurzel. *D* Dentin. *a* Kleine Interglobularräume der sogenannten Tomesschen Körnerschicht. *b* Große Interglobularräume. *C* Zellenloses Zement

Der Entdecker der Zahnkanälchen ist Leeuwenhoek. Doch geriet dieser Fund gänzlich in Vergessenheit und wurde ein zweitesmal von Purkinje und Fränkel und von A. Retzius gemacht. Ähnlich wie von den Kanälchen der Knochenlakunen glaubte man anfänglich von den Zahnkanälchen, daß ihr weißes Aussehen im auffallenden und das schwarze im durchfallenden Licht an trockenen Schliffen von Kalkablagerungen herrühre, und namentlich hat Linderer, der unter J. Müllers Leitung arbeitete, die Zahnkanälchen als verkalkte Fasern beschrieben. Erst J. Tomes, Todd-Bowman und Lessing machten dieser Ansicht ein Ende, nachdem schon vorher Schwann und Gerber für einen flüssigen Inhalt der Zahnkanälchen sich ausgesprochen hatten. Die selbständigen, verkalkten Wandungen der Zahnkanälchen wurden schon von J. Müller (1836) gesehen; ihre Isolierung durch Mazeration gelang Kölliker (1852). Nach der Entdeckung der Tomesschen Fasern (1856) war man durch einige Zeit geneigt, dieselben mit den Zahnscheiden zu identifizieren (Henle, Kölliker), bis Neumann (1863) die Verschiedenheit beider Bildungen feststellte. Der Bau der Zahnkanälchen und ihres Inhalts schien somit durch die Untersuchungen Neumanns und die übereinstimmenden Befunde Köllikers (Gewebelehre, 5. Aufl.) definitiv dahin aufgeklärt zu sein, daß die Zahnkanälchen die

Tomessche Zahnfaser in Form eines Protoplasmafortsatzes des Odontoblasten enthalten und von einer besonderen Scheide begrenzt sind, die sich von der leimgebenden Grundsubstanz durch Mazeration in Säure und Alkalien oder, bruchstückweise, auch mechanisch isolieren läßt und mit der inneren Begrenzungshaut des Zahnbeins zusammenhängt. Trotzdem behauptete O. Römer (1899) neuerdings die Identität der Neumannschen Scheiden und der Dentinfortsätze der Odontoblasten und erklärte letztere als Röhren, die von den Odontoblasten entspringen, und fand bei dieser Behauptung die Zustimmung Fasolis (1905). Vergeblich versuchte L. Fleischmann, mit Hilfe der modernen Entkalkungs- und Färbemethoden, die Unhaltbarkeit der Römerschen Darstellung und die zweifellose Richtigkeit der Neumann-Köllikerschen Annahme nachzuweisen. Römer glaubte neuerlich, in seinem großen Atlas (Freiburg 1909) durch zahlreiche Photographien die Richtigkeit seiner schwerverständlichen Behauptungen zu erweisen, welche teilweise auch durch die Befunde O. Walkhoffs (1914 und 1916) eine Stütze finden. Die heillose Verwirrung der ganzen Frage ist, wie ich glaube, nur dadurch entstanden, daß Römer und Walkhoff durch Säuren erzeugte Zersetzungsbilder des Zahnbeins vor sich hatten, während L. Fleischmann, wie alle, welche die Befunde Neumanns bestätigen konnten, Schnitte sorgfältig entkalkten Dentins mit geeigneten Färbemethoden untersuchten. (Siehe Enzyklopädie der mikroskopischen Technik, II. Auflage: Knochen und Zähne von J. Schaffer.) Bei Einwirkung zu konzentrierter Säuren durch längere Zeit, namentlich auf vorher mit Fixierungsmitteln behandelte Zähne, wird die Grundsubstanz zersetzt, und diese Zersetzung beginnt stets in der Umgebung der Zahnkanälchen, besonders im Kronenteil in den inneren Lagen des Zahnbeins, wo die Zahnkanälchen dicht nebeneinander stehen. Untersucht man Zelloidinquerschnitte der Kronenkanälchen solcher halbzersetzter Zähne, so findet man die Grundsubstanz in der Umgebung der Zahnkanälchen zu einer in Hämatoxylin nicht mehr färbbaren Masse verquollen, welche die Neumannsche Scheide samt der Tomesschen Zahnfaser zu einem etwa 1 Mikromillimeter dicken Strang zusammenpreßt, während die zersetzte, gequollene Grundsubstanz der Umgebung eine von O. Walkhoff als Römersche Scheide bezeichnete, gegen die noch unzersetzte Grundsubstanz nicht scharf abgegrenzte Masse darstellt, deren Durchmesser im Querschnitt 2—4 Mikromillimeter beträgt. Bei fortschreitender Zersetzung erweitern sich die Räume noch mehr, und schließlich fließen benachbarte Räume zersetzter Grundsubstanz zusammen, indem die trennenden Scheidewände verschwinden und die stehenbleibenden Reste unzersetzter Grundsubstanz ein von aneinanderstoßenden Kreissegmenten begrenztes Balkenwerk darstellen. Diese Erklärung der anscheinend rätselhaften Befunde von Römer und Walkhoff drängte sich mir durch einen Zufall auf, als ich Querschnitte durch die Krone eines menschlichen jugendlichen Mahlzahnes durchsah, welche mir Zahnarzt Dr. Mauritius Kraus zur Verfügung stellte. Der frisch extrahierte Zahn war längere Zeit in Formol-Alkohol fixiert, dann mehrere Wochen mit öfter gewechselter verdünnter Salpetersäure von unbestimmter Konzentration ohne Schüttelapparat entkalkt und nach Auswaschen mit Alkohol entwässert, in Zelloidin eingeschlossen und die Schnitte mit Delafields Hämatoxylin und mit Eosin gefärbt. Die Bilder entsprachen an vielen Stellen genau den photographischen Bildern von Römer und von Walkhoff, hatten aber gar keine Ähnlichkeit mit den Schnitten sorgfältig entkalkter Zähne, wie sie L. Fleischmann vor Augen hatte. Die »Römersche Scheide« ist also wohl ein reines Kunstprodukt bei beginnender Zersetzung der Grundsubstanz, deren Ausgangspunkt stets die unmittelbar nach außen von der Neumannschen Scheide gelegene, der Säurewirkung vor allem ausgesetzte leimgebende Substanz ist. Fällt die zersetzte, gequollene Grundsubstanz samt der von ihr zusammengepreßten Zahnscheide und Zahnfaser aus dem von ihr erfüllten Raum heraus, so erscheint eine solche Stelle am Querschnitt wie ein sehr weites Zahnkanälchen, dem jedoch

die Neumannsche Scheide fehlt. Ist aber die zersetzte Substanz noch vorhanden, so umschließt sie die Zahnscheide und die Zahnfaser und erscheint durch ihre Unfärbbarkeit in Hämatoxylin als etwas Besonderes und kann bei Lackeinschluß leicht übersehen und für einen leeren Raum gehalten werden. Die mikroskopischen Bilder der Zahnkanälchen sind wegen der komplizierten Beugungserscheinungen, welche an Schnitten und Schliffen an den Grenzen der stark lichtbrechenden Grundsubstanz und den von Luft oder Flüssigkeit oder von der Zahnfaser erfüllten Kanälchen auftreten, sehr trügerisch, und nur sehr gut konservierte und gut gefärbte, die Neumannschen Scheiden dadurch deutlich zeigende Schnitte sind relativ leichter zu verstehen. Ob sich Zahnscheiden und Fasern in den Schmelz fortsetzen, ist zweifelhaft. Mir ist es niemals gelungen, am Zahnbein, von welchem der Schmelz durch Entkalken entfernt war, ein aus der Oberfläche hervorragendes Kanälchen zu sehen. Die drehrunden Fortsetzungen der Zahnkanälchen, welche man im Schmelz an Schliffen beobachtet, scheinen also nur von der Kittsubstanz des Schmelzes begrenzt zu sein. Der Zusammenhang von Zahnkanälchen mit Knochenkanälchen des Zements wurde von mir in der ersten Auflage dieses Handbuches (S. 221) gänzlich in Abrede gestellt. Doch habe ich mich seitdem von dem wenn auch ausnahmsweisen Vorkommen solcher Verbindungen überzeugt.

Der Seidenglanz des menschlichen Zahnbeins führte Fr. Cuvier auf die Vermutung, daß das Zahnbein eine faserige Struktur besitze. Übrigens hatte schon Malpighi eine solche angenommen, und Bichat beschrieb eine Faserung, die im allgemeinen nach der Längsrichtung der Wurzel gehe. Mit der Wiederentdeckung der Zahnkanälchen ließ man diese richtigen Vermutungen fallen, was um so begreiflicher ist, als ja in der Tat der Seidenglanz mit der Richtung der Zahnkanälchen am Längsschnitt in einer augenfälligen Beziehung ist, nämlich zu dieser senkrecht verlaufend, wodurch die Hauptbiegungen der Zahnkanälchen als Schregersche Linien auffallen. Daß jedoch die Zahnkanälchen den Seidenglanz nicht allein bedingen können, ergibt sich aus der Betrachtung ausgeglühter oder ausgekochter Schliffe. An solchen fehlt der Seidenglanz, obwohl die Zahnkanälchen ganz gut erhalten und nur die leimgebenden Fibrillen zerstört sind.

Eine faserige Struktur des Zahnbeins, die aber mit der hier vertretenen nichts zu tun hat, haben Schwann und Henle angenommen. Die Fasern sollten parallel zu den Zahnkanälchen verlaufen. Daß solche Fasern nicht existieren, hat Kölliker auseinandergesetzt. Die fibrilläre Struktur des Zahnbeins in dem oben dargelegten Sinne wurde von mir zugleich mit der fibrillären Struktur der Knochen im Jahre 1875 zuerst nachgewiesen und ist heute wohl allgemein angenommen. Damals untersuchte ich vorzüglich Zähne vom Hunde, bei welchem die Verhältnisse viel klarer sind als beim Menschen, weshalb zur ersten Orientierung Hundezähne empfohlen sein mögen. Noch besser eignen sich die Nagezähne von Ratten und Mäusen, welche an Schliffen, namentlich an der hinteren, schmelzfreien Seite, die Fibrillen deutlich zeigen. Sehr eigentümlich ist die fibrilläre Struktur am eigentlichen Elfenbein vom Stoßzahn des Elefanten, worüber J. Schaffer (1890), besonders aber W. Gebhardt (1900), Genaueres mitteilten. Gebhardt hat durch seine eingehenden Untersuchungen von Tierzähnen nachgewiesen, daß die Faserstruktur des Zahnbeins für die Festigkeit und Elastizität desselben von der größten Bedeutung ist. Dabei ist überall das Prinzip durchgeführt, daß die leimgebenden Fibrillen quer zu den Zahnkanälchen verlaufen. Die Masse der leimgebenden Fibrillen kommt vorzüglich für die Zugfestigkeit und Elastizität, die verkalkte Kittsubstanz für die Druck- und Biegungsfestigkeit in Betracht. Die fibrilläre Struktur des menschlichen Zahnbeins ist nur an jugendlichen Zähnen gut zu erkennen. Sehr deutlich wird die faserige Streifung, wie beim Knochen, durch Glühen und Auskochen. Daß die leimgebenden Fibrillen des Zahnbeins, wie jene des Knochens, an sich unverkalkt sind, und daß die

Kalksalze zwischen den Fibrillen liegen, ist kaum zu bezweifeln, obwohl am menschlichen Zahnbein, an geglühten und ausgekochten Schliffen, die den Fibrillen entsprechenden lufthaltigen Röhrchen weniger leicht nachweisbar sind wie im Knochen. Doch stimmt das Zahnbein darin mit dem Knochen überein, daß es, unter Erhaltung der Struktur, entkalkt, seine Doppelbrechung bewahrt, während ausgeglühte Schliffe sie verlieren und negativ doppelbrechend werden wie Knochen, ferner daß, wie J. Schaffer nachweist, fossile Zähne von Tieren, gleich fossilen Knochen, schwach negativ doppelbrechend sind und zum Teil Fibrillenröhrchen zeigen. Die im Text gegebene Darstellung der Faserung des Zahnbeins beruht vorzüglich auf Untersuchungen mit dem Polarisationsmikroskop mit eingelegter Gipsplatte. Diese Untersuchung läßt sich ausführen, wenn man einmal die Tatsache festgestellt hat, daß es sich um positiv einachsige Fibrillen handelt, und wenn man ferner, durch Untersuchung von Detailpräparaten, über die Beziehungen von Faserrichtung und Zahnkanälchen sich unterrichtet hat. Es wäre aber fast unmöglich, die Faserung an ganzen Zahnschnitten direkt zu untersuchen, da diese nur mit starker Vergrößerung und nur an sehr dünnen Schnitten gesehen werden kann. Längsschliffe von Zähnen wirken im allgemeinen optisch positiv in bezug auf die Zahnachse, doch ist das Maximum der Wirkung an verschiedenen Stellen des Zahnes sehr wechselnd; nach der Richtung dieses Maximums ergab sich die Faserungsrichtung. Querschnitte des Wurzelteils des Zahnes geben um die Pulpahöhle stets ein sogenanntes negatives Kreuz, wie viele Haverssche Kanäle der Knochen. Der äußere Teil des Zahnbeins gibt wechselnde Bilder, öfter ein sogenanntes positives Kreuz infolge der Neigung der Schichten. Aus der Kombination dieser verschiedenen Untersuchungsmethoden ergab sich die im Text gegebene Darstellung.

Eine wesentliche Erleichterung für die Bestimmung der Lamellenrichtung sind — wo sie vorkommen — die durch Interglobularräume bedingten Konturlinien, weil sich leicht feststellen läßt, daß an Längsschliffen die Fibrillenrichtung in den Konturlinien mit diesen zusammenfällt. In solchen Fällen sind dann mit schiefer Beleuchtung ohne Polarisationsapparat Lamellen sichtbar, die manchmal nur 20—18 Mikromillimeter voneinander entfernt sind. Doch darf man auch diese Lamellen jenen des Knochens keineswegs gleichstellen. Ihre Sichtbarkeit ist ausschließlich durch kleine Zahnbeinkugeln beziehungsweise Interglobularräume bedingt, während die deutlich lamelläre Knochenstruktur darauf beruht, daß in aufeinanderfolgenden Schichten der Grundsubstanz die Faserungsrichtung derart sich ändert, daß sie in extremen Fällen nahezu senkrecht steht zur Faserrichtung der vorhergehenden Schicht.

Erwähnenswert ist die Tatsache, daß an von Karies ergriffenen Stellen des Zahnbeins die fibrilläre Struktur der Grundsubstanz mitunter ungemein deutlich hervortritt. Dies findet sich an mehreren in Lack eingeschlossenen Schliffen der Wedlschen Sammlung, aber bei weitem nicht an allen. Von welchen Umständen das Sichtbarwerden der fibrillären Struktur der Grundsubstanz bei Karies abhängt, weiß ich nicht anzugeben, doch ist von vornherein wahrscheinlich, daß die chemische Natur, insbesondere Salzgehalt und Reaktion der das erweichte Gewebe durchtränkenden Flüssigkeit von wesentlicher Bedeutung ist.

Eine eigenartige Veränderung erleidet das Zahnbein, besonders in den Wurzeln, im höheren Alter. Es verliert den Seidenglanz und zeigt ein hornartig durchscheinendes Ansehen. Man bezeichnet solches Zahnbein als transparentes Dentin. Die Ursache dieser Veränderung des Zahnbeins ist, wie L. Fleischmann (1907) nachweist, ein völliges Verschwinden der Lichtungen der Zahnkanälchen durch Ablagerung einer festen, verkalkten Substanz, ohne daß jedoch die Wandungen der Zahnkanälchen, deren Neumannsche Scheiden noch vollkommen erhalten sind, in neugebitldee, verkalkte Grund-

substanz, wie Walkhoff annimmt, umgewandelt würden. Das transparente Dentin zeigt eine gewisse Analogie mit dem ganz harten Schmelz, dessen Kittsubstanz verkalkt ist, insofern, als hier der Inhalt der Zahnkanälchen, dort die Kittsubstanz dicht von Kalksalzen erfüllt sind. Die leimgebende Substanz verkalkt jedoch im Zahnbein nicht, muß aber doch eine Veränderung erleiden, weil der Seidenglanz im transparenten Dentin verlorengeht. Die zunehmende Verkalkung hat sowohl im Schmelz als im Zahnbein zur Folge, daß die normale Struktur an Schliffen ganz verwischt erscheint, aber nach Einwirkung von Säuren wieder deutlich hervortritt.

Die Interglobularräume erscheinen nur an trockenen Schliffen als lufthaltige Räume und haben dann, namentlich wenn sie klein sind, wie in der Körnerschicht unter dem Zement, häufig eine Ähnlichkeit mit den Knochenhöhlen (Knochenkörperchen). Doch ist diese Ähnlichkeit nur eine oberflächliche, denn während die Knochenhöhlen, wenigstens regelmäßig im jungen Knochen, kernhaltige Zellen enthalten, ist dies bei den Interglobularräumen nicht der Fall; sie enthalten, wie Kölliker zuerst nachwies, unverkalkte Grundsubstanz, welche gegen Säuren sehr resistent ist und durch welche die Zahnkanälchen durchgehen.

Ausnahmsweise, als große Seltenheit, finden sich im Wurzelteil anscheinend normaler Zähne, unmittelbar unter dem Zement, Höhlen im Zahnbein, welche den die Zellen enthaltenden Höhlen des Knochengewebes gleichen. Der Angabe Waldeyers, daß die größeren Interglobularräume junger Kalbszähne Zellen enthalten, liegt wohl ein derartiges Verhältnis zugrunde; doch sind diese zellenhaltigen Lakunen eben keine echten Interglobularräume, da die letzteren in keinem Stadium ihrer Entwicklung Zellen enthalten. Die Zahnbeinkugeln treten beim Verkalkungsprozeß im Zahnbein des Menschen regelmäßig auf; sie wurden von Owen für Zellen (Dentinal cells) gehalten. J. und Ch. Tomes sowie Walkhoff bringen die Zahnbeinkugeln mit den von Rainey, Harting u. a. künstlich dargestellten Kalkosphäriten in Beziehung. Allein die letzteren haben eine geschichtete und zugleich oft radiärfaserige Struktur, wovon bei den Zahnbeinkugeln keine Spur zu entdecken ist. Die verkalkende Substanz der Zahnbeinkugeln stört offenbar die molekulare Anordnung der fibrillären leimgebenden Grundsubstanz in keiner Weise, da im Bereich der Kugeln die Doppelbrechung ganz dieselbe ist wie an Stellen, wo die Kugeln fehlen. Damit ist aber wohl erwiesen, daß die Zahnbeinkugeln keine sogenannten Sphäriten sind. Die Konturlinien des Zahnbeins hat Czermak in richtiger Weise von Interglobularräumen beziehungsweise von einer schichtweisen Ablagerung des Zahnbeins abgeleitet. Ihm haben sich Kölliker und später Baume und Walkhoff angeschlossen. Nach Kollmann beruhen die Konturlinien auf Biegungen der Zahnkanälchen. Da nach den früheren Auseinandersetzungen Konturlinien und Faserung des Dentins beide einander parallel, aber zugleich senkrecht auf den Zahnkanälchen stehen, so sind alle diese Strukturverhältnisse in inniger Wechselbeziehung und es können daher auch Konturlinien mit auffälligen Biegungen von Zahnkanälchen zusammenfallen, obwohl dies keineswegs immer der Fall sein muß.

Vasodentin, Plizidentin, Dentikel, Osteodentin, Trabekulardentin, Vitrodentin, irreguläres Dentin. Das normale menschliche Zahnbein ist gefäßlos und — abgesehen von dem ausnahmsweisen Vorkommen von vereinzelten Knochenzellen unter dem Wurzelzement — frei von Zellen. Bei Tieren kommen aber gefäßhaltige und knochenähnliche Zahnbeinformen vor, welche Owen zuerst als Vasodentin und Osteodentin unterschieden hat. Zum Unterschied von diesen Dentinformen pflegt man

das Zahnbein, wie es typisch für die Menschenzähne ist, als hartes, gefäßloses Dentin zu bezeichnen. Ch. Tomes will den Ausdruck Vasodentin auf ein Gewebe beschränkt wissen, wie es bei Fischen (insbesondere schön entwickelt bei den Gadiden) vorkommt und welches dadurch ausgezeichnet ist, daß es von zahlreichen Blutkapillaren durchzogen ist, welche von der verkalkten Grundsubstanz dicht umschlossen werden, so daß die Hohlräume außer den Kapillaren sonst nichts enthalten. Das Gewebe selbst enthält keine Zahnkanälchen, wird aber von einem Dentinkeim gebildet, welcher anfänglich hartes, von Zahnkanälchen durchsetztes Dentin als Umhüllung des Vasodentins produziert. Solches Vasodentin findet sich in Menschenzähnen nicht. Als Plizidentin bezeichnet Ch. Tomes ein Zahnbein, das von echten Zahnkanälchen durchsetzt ist und dadurch gefäßhaltig wird, daß die Zahnpapille zahlreiche Faltungen und Fortsätze bildet, die, mit ihren Gefäßen völlig im Zahnbein eingeschlossen, dann zu sehr komplizierten Zahnformen führen können, wie sie bei Lepidosteus und Labyrinthodon auftreten. In einfacheren Fällen handelt es sich um eine Dentinbildung auf relativ wenigen falten- oder zapfenartigen Fortsätzen der Zahnpapille, welche gleichsam durch den Verzahnungsprozeß mit ihren Gefäßen abgeschnürt werden. Solche Vorgänge finden sich auch bei Säugetieren (Nager, Wiederkäuer) und gelegentlich auch beim Menschen unter Umständen, welche noch kaum als pathologisch bezeichnet werden können. Bei den im Gebrauch stehenden Zähnen bildet sich von den noch funktionsfähigen Odontoblasten aus neues, sekundäres Ersatz- oder irreguläres Dentin, das manchmal einfach an das alte Dentin sich schichtweise anlegt, bisweilen aber unter Abschnürung gefäßhaltiger Pulpabezirke oder zur Bildung inmitten der Pulpa selbständig entstehender, im Querschnitt rundlicher, oft deutlich geschichteter, in der Mitte von Gefäßen durchzogener Zahnbeinherde, sogenannter Dentikel, führt, die an Plizidentin erinnern. Doch ist an solchen Bildungen beim Menschen der Verlauf der Zahnkanälchen meistens ein sehr unregelmäßiger. Als Osteodentin will Ch. Tomes ein in Form verknöchernder Balken ohne Beteiligung von Odontoblasten in der Pulpa auftretendes hartes Gewebe bezeichnet wissen, dem echte Zahnkanälchen fehlen. Er glaubt die von Owen gegebenen Charaktere: lamelläre Schichtung und Anwesenheit von Knochenzellen, als nicht wesentlich ansehen zu müssen, da es einerseits lamelläres Dentin gebe und Knochenzellen auch im Dentin vorkämen, anderseits auch zellenfreie Knochenformen sich finden. Vom vergleichend histologischen Standpunkt mag die Betonung der histogenetischen Seite bei Feststellung des Begriffes Osteodentin gewiß gerechtfertigt sein. Bei den Menschenzähnen bezeichnet man, an dem Owenschen Begriff festhaltend, ein in der Pulpa gebildetes, gefäßhaltiges, mehr weniger lamelliertes und von Knochenzellen durchsetztes hartes Gewebe, das außerdem

den Zahnkanälchen ähnliche Röhrchen enthält, als Osteodentin. C. Röse (1897) hat für Hartgewebe, welche den histologischen Bau des echten Dentins zeigen, sich aber nicht wie typisches Dentin an der Oberfläche eines Zahnkeims unter einer Epithelscheide entwickeln, den Namen Trabekulardentin vorgeschlagen. Das Trabekulardentin findet sich namentlich bei Fischen in weiter Verbreitung und können auch Skelettknochen ganz (Parasphenoid des Hechtes) oder zum Teil (Vomer des Hechtes) aus Trabekulardentin bestehen.

An der äußeren Oberfläche des echten Zahnbeins kommt, namentlich bei Fischen, häufig eine ziemlich breite Schicht vor, welche der Zahnkanälchen entbehrt und aus einem gleichmäßig dichten Hartgewebe besteht, welches als Vitrodentin (Owen) bezeichnet wird. Vitrodentin findet sich in beschränkter Ausdehnung auch an der Oberfläche des Wurzelteils der Zähne des Menschen und der Säugetiere.

P. Reich (1907) hat die Dentinneubildungen beim Menschen, welche als seniles, als Ersatz-, Sekundär- oder Kallusdentin und als Dentikelbildungen beschrieben wurden, unter dem Namen »irreguläres Dentin« zusammengefaßt. Irreguläres Dentin findet sich stets an der Innenfläche des Zahnbeins bei im Gebrauch stehenden Zähnen, besonders an den Wurzeln, und zwar schon zu einer Zeit, wo die Wurzelbildung noch nicht vollendet ist, ja sogar an retinierten, nicht zum Durchbruch gekommenen Zähnen. Dieses physiologisch auftretende irreguläre Dentin ist gewöhnlich durch einfache oder doppelte Knickungen der Zahnkanälchen kenntlich. Höhere Grade von Irregularität, wie sie das Ersatzdentin und die Dentikelbildungen zeigen, finden sich bei dem physiologischen Fortwachsen des Dentins nach dem Zahndurchbruch erst in den Spätstadien des sogenannten senilen Dentins. Bei diesen kommt es außer zu Knickungen auch zu starken Torsionen und ausgedehnten Fiederbildungen der Zahnkanälchen sowie zur Vermehrung der Grundsubstanz durch Umwandlung ganzer Odontoblasten. Mitunter bleiben auch Odontoblasten, in der Grundsubstanz eingeschlossen, in Gestalt von Knochenzellen erhalten.

L. Fleischmann (1911) unterscheidet das physiologisch auftretende irreguläre Dentin als Sekundärdentin von dem infolge pathologischer Reize der Pulpa sich entwickelnden Ersatzdentin. Im histologischen Bau sind beide Arten von irregulärem Dentin nicht verschieden. Doch zeigt sich das Sekundärdentin in mehr flächenhafter Ausbreitung, während das Ersatzdentin geschwulstartige Verdickungen der Wand der Pulpahöhle darstellt.

Baume bezeichnet das Vasodentin und das Osteodentin als nicht zentralisiertes Zahnbein, als Dentikelbildung, und leugnete, daß die Pulpa jemals Knochenzellen bilde. Wahres Knochengewebe in der Pulpahöhle stamme stets vom Wurzelperiost, welches das Zahnbein irgendwo durchbrochen habe. Die Tatsache, daß bis in die neueste Zeit Knochenhöhlen, welche Zellen enthalten, und Interglobularräume, welche nur unverkalkte Grundsubstanz des Zahnbeins sind, miteinander verwechselt wurden, ist nicht zu leugnen;

aber Baume ging doch zu weit, wenn er der Pulpa absolut die Fähigkeit absprach, jemals ein Gewebe mit Knochenzellen zu produzieren. Das gelegentliche Vorkommen von wahren Knochenzellen in den oberflächlichsten Zahnbeinlagen ist allein genügend, um das Gegenteil zu beweisen. Ebensowenig, als die Möglichkeit in Abrede gestellt werden kann, daß Pulpazellen unter nicht näher bekannten Umständen in Knochenzellen sich umwandeln können, kann geleugnet werden, daß freie Dentikel in der Pulpa aus Pulpazellen hervorgehen können, welche sich in Odontoblasten umgewandelt haben, wie L. Fleischmann (1908) nach einem Präparat Schlemmers vom Schneidezahn eines Kalbes beschrieben und abgebildet hat und G. Fischer und F. Landois (1908) von Zähnen des Menschen mitteilen.

III.

Zement (Zahnkitt, Substantia osteoidea, Cortex osseus, Crusta petrosa).

Soweit das Zahnbein nicht vom Schmelz bedeckt ist, wird es von einer Schicht Zement überzogen, welche am Schmelzrand dünn, etwa 20—30 Mikromillimeter dick beginnend, gegen die Wurzelspitze allmählich dicker wird und an der Wurzelspitze selbst noch einen kleinen Teil des Wurzelkanals direkt begrenzt. Zwischen den Wurzeln der Molarzähne erreicht das Zement seine größte Dicke. Das Gewebe des Zements ist eine Art echter Knochensubstanz, welche von der Wurzelhaut gebildet wird. Der dünne Teil des Zements unterscheidet sich vom typischen lamellären Knochen in sehr auffallender Weise. Während nämlich typische Knochenlamellen stets aus dünnen Fibrillenbündeln sich aufbauen, welche zur Oberfläche der Lamelle parallel laufen, besteht der dünne Teil des Zements ausschließlich oder fast ausschließlich aus Fibrillenbündeln, welche senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind. Diese Fibrillenbündel haben einen Durchmesser von 3 bis 6 Mikromillimetern, sind gewöhnlich dicht aneinander gedrängt und von polygonalem Querschnitt. Betrachtet man daher das Zement von der Fläche, so sieht man ein System von polygonalen, oft höckerartig vorspringenden Feldern, welche manchmal an eine Epithelzeichnung erinnern. Die Fibrillenbündel des dünnen Zements gehen entweder durch dessen ganze Dicke, dann erscheint das Zement ungeschichtet, oder es sind zwei oder mehrere Lagen sehr kurzer Bündel übereinandergelagert und durch eine formlose Kittmasse zusammengehalten. Es ist dann das Zement deutlich lamelliert (siehe Fig. 179 *C*, S. 346). Die Dicke dieser Lamellen ist eine sehr wechselnde.

Das dünne Zement ist in der Regel vollkommen frei von jeder Knochenhöhle beziehungsweise Zelle. Gegen den dickeren Teil des Zements treten aber mehr und mehr Knochenhöhlen auf, welche zum Teil sehr groß, unregelmäßig und mit zahlreichen verästelten Ausläufern, den Knochenkanälchen, versehen sind. Bisweilen finden sich, ähnlich wie im embryonalen Knochen-

gewebe, Hohlräume, welche mehrere Knochenzellen einschließen. Mit dem Auftreten der Knochenhöhlen nimmt das Zement auch mehr den Charakter des gewöhnlichen Knochens an (siehe Fig. 175 *C*, S. 341). Nur die innersten und äußersten, oft zellenfreien Schichten bewahren bisweilen noch den Charakter des dünnen Zements; in der Regel finden sich Lamellen aus dünnen Bündeln von Fibrillen, welche nun parallel der Fläche geordnet sind. Aber auch in diesem echt lamellären Knochen kommen auffallend viele dickere Fibrillenbündel vor, welche, senkrecht zu den Lamellen verlaufend, diese oft auf relativ weite Strecken durchbohren. Es sind dies wahre Sharpeysche Fasern, wie sie im typischen periostalen Knochen des Skeletts ebenfalls vorkommen. Die echten Knochenlamellen des Zements der Wurzelspitze laufen keineswegs immer der Zahnoberfläche parallel; sie sind vielmehr oft gewunden und gebogen, manchmal dadurch, daß sich Gruppen kurzer Lamellenstücke — gleichsam in Nestern — zwischen den Zug längerer Lamellen einschieben. Haverssche Kanäle mit Blutgefäßen finden sich im Zement gesunder jugendlicher Zähne in der Regel nicht; bei älteren Zähnen sind aber Zementverdickungen mit Einlagerungen von Blutgefäßen etwas so Gewöhnliches, daß ihr Vorkommen als normal bezeichnet werden muß. Um die Haversschen Gefäßkanäle liegen, wie im echten Knochen, konzentrisch geschichtete Lamellen; doch gibt es auch Gefäßkanäle, welche die Lamellen unregelmäßig durchbohren. Die Verbindung von Zahnbein und Zement geschieht durch einfache Anlagerung, ohne daß eine Kontinuität der Elementarteile des einen Gewebes mit jenen des anderen stattfände. Dies ist von vornherein begreiflich, da ja Zahnbein und Zement unabhängig voneinander entstehen und letzteres sekundär dem ersteren, als dem früher gebildeten, aufgelagert wird. Die Anlagerung kann aber in zwei wesentlich verschiedenen Weisen stattfinden.

1. Das Zement liegt auf dem völlig unveränderten Zahnbein, wie letzteres seit seiner ersten Bildung besteht. In diesem Fall ist die Grenze der beiden Gewebe in der Regel auf große Strecken fast eben und erscheint an Durchschnitten als fast gerade Linie (siehe Fig. 179, S. 346). Bisweilen ist aber die Grenze am Durchschnitt mit zahlreichen Buchten versehen, welche, zum Unterschied von den weiter unten zu beschreibenden Resorptionsgruben, durch rundliche Hervorragungen des Zahnbeins gebildet werden, die in entsprechende Vertiefungen des Zements eingreifen (siehe Fig. 175, S. 341). Charakteristisch für die besprochene Verbindung von Zahnbein und Zement ist unter allen Umständen, daß die früher, im Kapitel Zahnbein, angegebenen Merkmale einer unveränderten Zahnbeinoberfläche — Tomessche Körnerschicht oder blind endigende Zahnkanälchen — zu erkennen sind.

2. Das Zement ist sekundär auf teilweise resorbiertes Zahnbein aufgelagert (Fig. 180). In diesem Fall ist die Zahnbeingrenze fast immer un-

eben, gewöhnlich durch rundliche, bisweilen halbkugelige Vorsprünge des Zements ausgezeichnet, welche in entsprechende Vertiefungen des Zahnbeins eingreifen. Am Zahnbein fehlt die Körnerschicht ganz oder teilweise, die Zahnkanälchen hören wie scharf abgeschnitten an der Zementgrenze auf. Die Anlagerung von sekundärem Zement nach vorausgegangener Resorption von Zahnbein findet sich in der Regel nicht an jugendlichen bleibenden Zähnen, ist aber etwas sehr Gewöhnliches an den Wurzeln der Milchzähne, auch nicht selten an älteren bleibenden Zähnen. Diese zweite Form der Zementanlagerung ist aber dann gewöhnlich nur an beschränkten Stellen neben der ersten vorhanden.

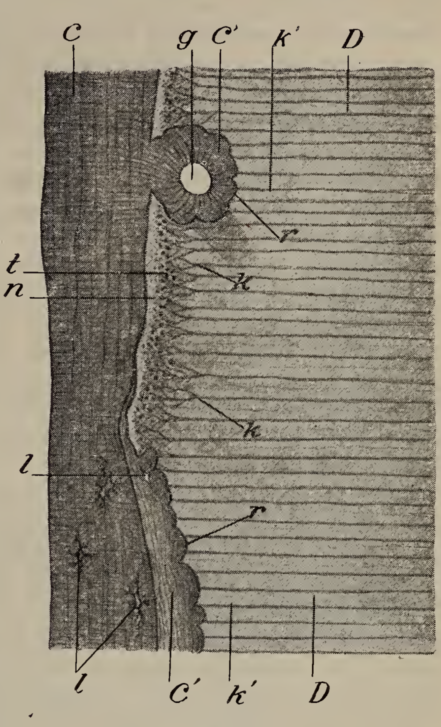


Fig. 180.

Längsschliff eines jugendlichen Backenzahnes, nahe dem Wurzelende. *C* primäres, *C'* sekundäres Zement, *D* Zahnbein, *g* durchbohrender Blutgefäßkanal, teilweise von sekundärem Zement ausgefüllt, nach unten rechts in die Tiefe gehend, *k* Zahnkanälchen mit natürlichen Enden unter dem primären Zement, *k'* Zahnkanälchen durch Resorption abgeschnitten, *l* Zementlakunen, *n* natürliche Zahnoberfläche, *r* Resorptionslinien, *t* Tomessche Körnerschicht. Vergr. 120.

An trockenen Zahnschliffen, an welchen alle unverkalkten Stellen der Hartgewebe als lufthaltige Hohlräume sich darstellen, sieht man im Zement außer den Knochenhöhlen verschiedenartige Lücken. Nicht selten sind die Sharpeyschen Fasern des Zements der Wurzelspitze unverkalkt und erscheinen dann am trockenen Schliff als Röhrchen vom Aussehen der Zahnkanälchen, welche die Lamellen durchsetzen. Treffen solche Röhrchen an Stellen, wo die Zahnkanälchen des Zahnbeins infolge von Resorptionsvorgängen wie abgeschnitten aufhören, an der Zahnbeingrenze mit diesen zusammen, so entsteht der Anschein, als ob die Zahnkanälchen in das Zement sich fortsetzen. Das dünne Zement, welches man nach der früher gegebenen Beschreibung auch als einen Knochen bezeichnen könnte, der nur aus verkalkten Sharpeyschen Fasern besteht, zeigt ebenfalls oft zahlreiche unverkalkte Bündel. Auch diese erscheinen als Röhren oder, wo sie dichter gedrängt erscheinen, als unregelmäßige Hohlräume am trockenen Schliff, welche mit den Hohlräumen des trockenen Zahnbeins, wenn diese bis an die Zementgrenze reichen, zusammenfließen. Verbindungen der Knochenhöhlen des Zements mit der Tomesschen Körnerlage und den Zahnkanälchen sind in der Regel in ähn-

licher Weise aufzufassen; doch kommen ausnahmsweise (siehe S. 348) auch Verbindungen von Knochenhöhlen des Zements mit Zahnkanälchen vor.

Als ein besonderes Gewebe wurde das Zement wohl zuerst von Leeuwenhoek erkannt. Genauer beschrieben wurde es aber erst von Bertin, Blake (Crusta petrosa) und Tenon (Cortex osseus). Die eigentümliche Beschaffenheit der Oberfläche beschreibt J. Tomes (Lectures) als netzartig oder körnig. Das für das Zement charakteristische massenhafte Vorkommen Sharpeyscher Fasern, welche im zellenfreien dünnen Zement sozusagen fast ausschließlich das Gewebe bilden, wurde bis in die neuere Zeit meistens nicht richtig erkannt und öfter wurden unverkalkte Sharpeysche Fasern mit den Zahnkanälchen zusammengeworfen. Kölliker ist noch in der fünften Auflage der Histologie nicht sicher und spricht nur vermutungsweise aus, daß die den Zahnkanälchen ähnlichen Röhrchen des Zements unverkalkte Sharpeysche Fasern enthalten. Bödecker sieht im Zement des Zahnhalses zarte Prismen oder Spindeln, welche zur Oberfläche des Zahnbeins senkrecht stehen. Eine zutreffende Darstellung der Verhältnisse gab G. Black (1887). An trockenen Schliffen sehen die unverkalkten Sharpeyschen Fasern in der Tat wie Zahnkanälchen aus; an Schnitten von mit Erhaltung der leimgebenden Fibrillen entkalkten Zähnen kann man sich vom wahren Sachverhalt überzeugen. Mit Anwendung des Polarisationsmikroskops kann man auch an Schliffen den Unterschied von unverkalkten Sharpeyschen Fasern und Zahnkanälchen erkennen. Erstere sind deutlich positiv doppelbrechend in bezug auf ihre Längsrichtung als Achse, während die Zahnkanälchen niemals doppelbrechend sind. Ausnahmsweise setzt sich beim Menschen das Zement ein kurzes Stück über den Schmelzrand, diesen überdeckend, fort. Es erinnert dieses Verhalten an das sogenannte Kronenzement, welches beispielsweise an den Molarzähnen der Einhufer, Wiederkäuer, Pachydermen, Nager usw. den größten Teil des Schmelzes mit einer dicken Kruste von Knochensubstanz überzieht. Daß das Schmelzoberhäutchen von vielen Neuerern als Kronenzement betrachtet wird, wurde bereits früher (siehe Schmelz) erwähnt. Hier muß noch bemerkt werden, daß nach Ch. Tomes im Schmelzoberhäutchen mehrhöckriger Zähne in den Gruben zwischen den Höckern gelegentlich Knochenlakunen vorkommen sollen. Dies wäre allerdings ein schwerwiegendes Argument für die Auffassung des Schmelzoberhäutchens als Kronenzement. Allein die Abbildung, welche Ch. Tomes gibt, läßt auch eine andere Deutung zu. Die Zeichnung dieser angeblichen Knochenlakune entspricht nämlich nicht einer solchen, sondern dem Bild einer Zelle aus einem sogenannten Steinkern einer Birne, und es ist ja wohl möglich, daß sich gelegentlich Stücke solcher Steinkerne in Fissuren des Schmelzes fest einkeilen. Solange die Möglichkeit einer solchen Verwechslung nicht ausdrücklich ausgeschlossen ist, muß daran um so mehr gedacht werden, als bereits einmal solche Zellen (Hohl 1866 und 1869), welche in die Pulpa kariöser Zähne gelangt waren, für Knochenzellen gehalten wurden. Dieselbe Vermutung hat schon Schwalbe ausgesprochen. — In neuerer Zeit hat die Frage des Vorkommens mehrfacher Wurzelkanäle für die operative Zahnheilkunde besondere Wichtigkeit erlangt. G. Fischer (1907) und W. Heß (1917) haben, auf Grund der Untersuchung eines sehr umfangreichen Materials von Korrosionspräparaten mazerierter Zähne, das bei älteren Individuen häufige Vorkommen von verzweigten, ja sogar netzartig verbundenen Wurzelkanälen behauptet. Demgegenüber hält Feiler (1915) solche Befunde für Trugbilder, und v. Rottenbiller (1918) erklärt, ebenfalls auf Grund umfangreicher Untersuchungen, das Vorkommen mehrfacher Wurzelkanäle als große Seltenheit. Diese Widersprüche dürften darin ihre Erklärung finden, daß G. Fischer und W. Heß durchbohrende Gefäßkanäle für Wurzelkanäle halten. Das Zement und das Zahnbein durchbohrende Gefäße, welche sich mit den Gefäßen der Pulpa in Verbindung setzen, waren schon Salter bekannt, und Aguilhon de Sarran (1880) stellte bereits

die Behauptung auf, daß die Blutbahnen der Pulpa vorzüglich von Gefäßen stammen, die 2—3 *mm* über der Wurzelspitze durch Zement und Zahnbein in die Pulpahöhle eindringen. Dieser Befund trifft, wenn ich die eben angeführten neueren Untersuchungen richtig verstehe, in beschränktem Maße für die Zähne älterer Individuen zu, ist aber keineswegs eine typische, entwicklungsgeschichtlich vorgezeichnete Differenzierung, sondern eine mit der Bildung des sekundären Zements, während der Gebrauchsperiode der Zähne, auftretende Erscheinung. — Die wesentlichsten Quellen der Täuschung, welche an trockenen Schliffen zur Annahme einer Kontinuität des Zement- und Zahnbeingewebes Anlaß gegeben haben, sind aus den Angaben im Text ersichtlich; es muß aber auch noch hervorgehoben werden, daß ungünstige schräge Schliff- beziehungsweise Schnittrichtung sehr leicht die unrichtige Meinung hervorrufen kann, als ob Zahnbein und Zement unmerklich ineinander übergehen würden, wie Bödecker sen. annahm.

Ähnlich, wie isolierte Zahnbeinbildungen, in Form von Dentikeln, in der Pulpa, unter nicht näher bekannten Umständen entstehen können, kommen gelegentlich in der Wurzelhaut freie Zementbildungen, sogenannte Zementikel (Shmamine 1910), zur Beobachtung.

IV.

Weichgebilde der Zähne.

Die Zahnpulpa (Zahnkeim) füllt den Hohlraum des Zahnes vollständig aus und ist ein gefäß- und nervenreiches Bindegewebe von eigentümlichem Bau. Die Grundsubstanz besteht aus einer weichen Masse, welche von zahlreichen feinen, das optische Verhalten und die Reaktionen von Bindegewebsfibrillen zeigenden Fäserchen durchsetzt ist. Die Fäserchen sind unverästelt, ihre Dicke scheint zwar etwas größer zu sein als jene der gewöhnlichen Bindegewebsfibrillen; trotzdem ist es ebensowenig als bei diesen möglich, über die natürliche Länge etwas auszusagen. Die Pulpafibrillen sind niemals in Bündel vereinigt, sondern laufen in allen möglichen Richtungen durch die an sich formlose, kontinuierliche, spaltenfreie Kittmasse. Wegen des wirren Verlaufes der Fibrillen sind stets viele derselben in der Aufsicht zu sehen und rufen dann leicht den Anschein einer körnigen Beschaffenheit der Grundsubstanz hervor. Auch dort, wo die Fibrillen, längs der Nerven und Gefäße, diese umhüllend, parallel geordnet sind, kann man keine Bündel oder lamellenartige Lagen derselben auffinden. Dieser isolierte Verlauf der Fibrillen unterscheidet das Pulpagewebe von dem gewöhnlichen lockeren oder interstitiellen sowie von allen Arten des geformten Bindegewebes. Auch das Gallertgewebe der Nabelschnur ist durch das Vorhandensein von Bindegewebsbündeln, neben großen Mengen einer faserfreien Grundsubstanz, wesentlich anders geartet. Elastische Fasern fehlen dem Pulpagewebe vollständig. Eingelagert in die geschilderte Grundsubstanz sind zahlreiche Bindegewebszellen, welche teils spindelförmig, teils mit einer größeren Zahl feiner Ausläufer versehen sind und da und dort untereinander anastomosieren. Außer diesen Zellen finden sich aber auch rund-

liche oder unregelmäßig gestaltete Zellen, welche mit den Gewebszellen nirgends zusammenhängen und vermutlich als frei bewegliche, im lebenden Gewebe wandernde Elemente (Leukozyten) aufzufassen sind. Die Oberfläche der Pulpa wird von einer einfachen Lage schmaler, zylindrischer Zellen gebildet, welche wie ein Epithel der Pulpa aufsitzen und in ihrer Gesamtheit als Membrana eboris (Kölliker) bezeichnet werden. Diese Zellen, Zahnbein- oder Elfenbeinzellen, von Waldeyer Odontoblasten genannt, sind im Mittel etwa 20 bis 30 Mikromillimeter lang und 5—6 Mikromillimeter breit. Ihr äußeres Ende liegt der inneren Fläche des Zahnbeins dicht an und geht dort in je einen Fortsatz über, der als Zahnfaser in einem Zahnkanälchen verläuft und, den Verästlungen der letzteren entsprechend, sich teilt. Der Körper der Zelle ist membranlos, zart punktiert und besonders während der Zahnbeinbildung streifig durch kürzere oder längere, häufig ganz oberflächlich liegende Plasmafäden und nur in der Gegend des Kerns etwas stärker von glänzenden Körnchen durchsetzt. Der

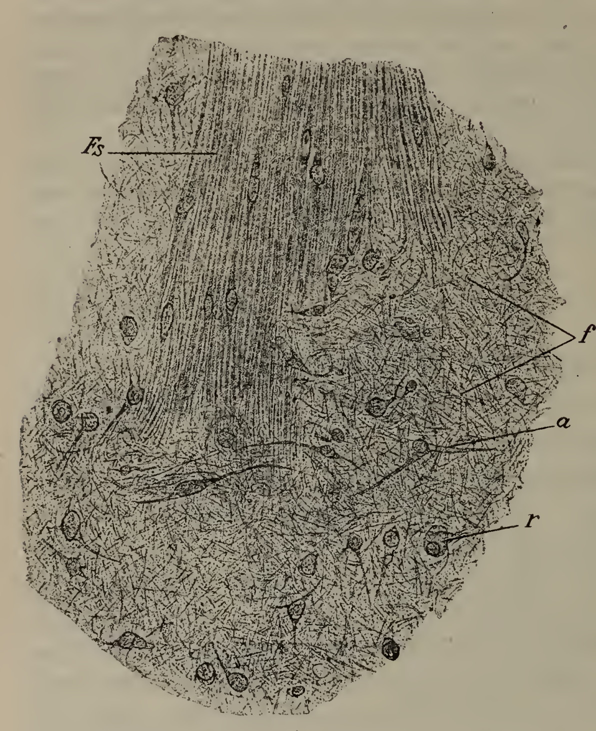


Fig. 181.

Schnitt durch die Pulpa eines Schneidezahnes von einem 20jährigen Manne. Alkohol. Hämatoxylin. *Fs* angeschnittene Fibrillenscheide eines Nervenstämmchens mit spindelförmigen Zellen; *a* ästige, *b* runde Zellen der Pulpa; *f* verfilzte Fäserchen derselben. Vergr. 530.

Kern ist längsoval oder rundlich und liegt stets nahe an dem der Pulpa zugewendeten Ende der Zelle. Da die Zellen ungleich lang sind, reicht ihr inneres Ende mehr weniger weit gegen die Pulpa, wodurch, namentlich im oberen Teil der Zahnkrone, der Anschein einer mehrschichtigen Zellenlage entstehen kann. Das innere Ende der Odontoblasten ist entweder abgerundet oder verlängert sich in einen fadenförmigen Ausläufer (Pulpafortsatz). Auch seitliche kurze Ausläufer, welche mit solchen von Nachbarzellen sich in Verbindung setzen, kommen vor. Nach Masur (1910) haben die Odontoblasten die gegenüber den anderen Pulpazellen auffallende

Eigenschaft, daß sie bei der künstlichen Verdauung in Trypsin und Pankreatin nicht verdaut werden. Das unmittelbar unter den Odontoblasten gelegene Pulpagewebe ist besonders reich an Zellen.

Die durch die Wurzelkanäle ein- und austretenden Arterien und Venen liegen mitten im Pulpagewebe und verästeln sich hauptsächlich nach der Längsrichtung des Zahnes. Die Arterien haben eine deutlich entwickelte Ringmuskulatur und verlaufen teilweise mit den Nerven (Bödecker, Weil) und sind oft in Furchen der Nervenstämmchen eingelagert. Die zahlreichen Kapillaren liegen größtenteils sehr oberflächlich und reichen nicht selten bis in die Odontoblastenlage (Annell). Die Venen erscheinen am Querschnitt meistens als klaffende Lücken des Pulpagewebes; glatte Muskeln sind an ihnen nur da und dort zu sehen. Lymphgefäße wurden erst in neuerer Zeit von G. Schweitzer (1907 und 1909) bei jungen Hunden und Affen durch Injektion nachgewiesen. Es fanden sich wenige relativ weite Gefäße im Wurzelteil der Pulpa, welche durch Zusammenfluß von Lymphröhren des Kronenteils entstehen und nach dem Durchtritt durch den Wurzelkanal mit den Blutgefäßen verlaufen und mit den Lymphgefäßen des Zahnfleisches in Verbindung stehen.

Die Nervenstämmchen steigen durch den Wurzelkanal gerade auf und sondern sich bald in immer feiner werdende Bündel, deren man in der Mitte der Wurzel eines Schneidezahnes bereits 30—40 zählen kann. Sie verlaufen mehr in der Mitte der Pulpa vereinzelt oder in Gruppen beisammen; die Zahl der Nervenfasern eines Bündels schwankt zwischen 3—20. Die Nervenfasern sind markhaltig, etwa 6—10 Mikromillimeter dick. Im Verlauf gegen die Krone lösen sich die Bündel in ein langgezogenes Geflecht auf, unter gleichzeitiger, wiederholter, meist dichotomischer Teilung der Nervenfasern. An den Teilungsstellen sieht man die charakteristischen Ranvierschen Schnürringe. Durch die Teilung nehmen die Nervenfasern merklich an Kaliber ab, und die feinsten markhaltigen Fasern sind nur mehr 2—3 Mikromillimeter dick. Die feinen Fasern dringen gegen die Oberfläche, werden marklos und zeigen unter Bildung feiner Geflechte noch wiederholte Teilungen. Die letzten Enden stellen, wie für die Zähne niederer Wirbeltiere die Untersuchungen von G. Retzius bestimmt ergaben und spätere Untersucher auch für den Menschen bestätigten, feine marklose Fäserchen dar, welche zwischen den Odontoblasten bis nahe an das Zahnbein vordringen und mit einer Verdickung aufhören. Huber konnte mittels Färbung mit Methylenblau bei Säugetieren ebenfalls feinste Nervenfädchen bis in die Odontoblastenlage, nicht aber in das Zahnbein selbst verfolgen. Ich selbst sah an Methylenblaupräparaten von Kalbszähnen, welche Stud. v. David herstellte, feinste Nervenfäden mit einer blättchenartigen Verbreiterung an Odontoblasten sich anlegen. Die feinsten, an Goldpräparaten

von Zahnpulpen des Menschen sichtbaren Nervenfäserchen haben noch einen Durchmesser von etwa 0·5 Mikromillimeter, und aus dem sogenannten Raschkowschen Nervengeflecht, welches unter den Odontoblasten liegt, wurden Nervenfäserchen bis in die Zahnkanälchen hinein verfolgt. Die Hauptmasse der Nerven findet ihr Ende im Kronenteil der Pulpa; doch sieht man auch im Wurzelteil Nervenfasern aus den Geflechten gegen die Oberfläche abbiegen, welche, radiär zwischen den Odontoblasten vordringend, bis an das Zahnbein gelangen. Wie die Blutgefäße sind auch die Nervenbündel von Zügen parallel geordneter, längs verlaufender Fibrillen, welche auch zwischen den Nervenfasern sich finden, und von langen Bindegewebszellen eingescheidet. Man kann diese Umhüllungen bei den Blutgefäßen als Adventitia, bei den Nerven als Fibrillenscheide (A. Key und G. Retzius) bezeichnen. Ein eigentliches typisches Perineurium fehlt den Nervenbündeln der Pulpa, da Bindegewebslamellen mit dazwischenliegenden Spalten in der Pulpa ebensowenig sich finden als selbständige Bindegewebsbündel.

Die Wurzelhaut (Zahnperiost, Alveolarperiost, Wurzelperiost, Pericementum, Alveolodentalmembran) vermittelt die Verbindung der Wurzeln der Zähne mit den knöchernen Wänden der Alveolen. Die Hauptmasse der Wurzelhaut besteht aus derben Faserbündeln von etwa 4—10 Mikromillimeter Dicke, welche im allgemeinen durch Spalten voneinander getrennt werden, in welchen andere Gewebsbestandteile eingelagert sind. Die Faserbündel entbehren der elastischen Fasern und dringen dort, wo keine Resorptionsprozesse an Zahn und Knochen im Gang sind, einerseits als Sharpeysche Fasern direkt in den Knochen der Alveole, anderseits in das Zement, um dort zu den früher beschriebenen, zur Oberfläche des Zements senkrecht stehenden, dicht aneinander gereihten prismenartigen Bündeln zu werden. Der Zug der Fasern ist nur nahe am Zahnhals fast horizontal gerichtet, sonst aber ziehen die Fasern in schräger Richtung, indem die Insertion derselben am Zahn der Wurzelspitze näher liegt als jene an der Alveolarwand. Je näher der Wurzelspitze, um so schräger wird der Verlauf der Fasern (siehe Fig. 192, S. 390). Die fibrösen Bündel der Wurzelhaut, an welche sich jene des Zahnfleisches (siehe unten) unmittelbar anschließen, bilden ein mechanisch bedeutungsvolles starkes System von Bändern, welches den Kaudruck elastisch zu dämpfen bestimmt ist. Die anatomischen Einzelheiten dieses Bandsystems beschreibt eingehend G. Wetzel (1914). An der Wurzelspitze selbst verlieren sich die derben Faserzüge und machen einem lockeren Bindegewebe Platz, das die größeren Gefäße und Nerven umhüllt. Ein lockeres interstitielles Bindegewebe füllt auch die Lücken zwischen den fibrösen Bündeln der Wurzelhaut aus. In dasselbe dringen auch die reichlichen Blutgefäße und ziemlich zahlreichen dünnen Nervenbündel aus der Tiefe der Alveole, um gegen das Zahn-

fleisch hinzuziehen. Sie bilden ein gröberes Geflecht meist markhaltiger Fasern, zu welchem auch einzelne Ästchen von Zahnfleisch- und Knochennerven beitragen. Durch die Maschen dieses Geflechts ziehen nach Dependorf (1913) die oben erwähnten derben Faserbündel. Aus dem gröberen Nervengeflecht gehen dünnere Bündelchen und einzelne Fasern hervor, die unter netzartiger Verflechtung das lockere Bindegewebe durchziehen und in feinste marklose Fäserchen übergehen, die in der Wurzelhaut selbst, zwischen den Zementoblasten und am Zement ihr Ende finden. Die Blutgefäße hängen mit den Gefäßen des Zahnfleisches, ferner mit jenen zusammen, welche in den Markräumen der Alveolarwandungen sich befinden. Nahe der Wurzeloberfläche finden sich langgezogene Kapillarmaschen, welche gegen die Wurzelspitze und den Zahnhals enger werden (Wedl). Die Lymphgefäße hängen mit jenen der Knochen, mit den tiefen Lymphgefäßen des Zahnfleisches am Alveoleneingang und mit jenen der Zahnpulpa an der Wurzelspitze zusammen; ziehen, außen von den Blutkapillaren, vorzüglich longitudinal, da und dort mit queren Verbindungen und sind mit lakunären Ausbuchtungen versehen (Schweitzer). Das lockere Bindegewebe der Wurzelhaut ist ziemlich zellenreich und am Zement sowohl als an der Alveolarwandung trifft man, falls Zement- beziehungsweise Knochenbildung im Gang ist, Zement- und Knochenbildungszellen (Zementoblasten und Osteoblasten). Über die wechselnden Bilder, welche der Knochen je nach Anbildung oder Zerstörung darbietet, muß auf die später folgende Histogenese verwiesen werden.

Am Alveolarrand geht die Wurzelhaut ohne scharfe Grenze in das Zahnfleisch (Gingiva) über. Vom Alveolarrand strahlen noch dieselben fibrösen Bündel aus, wie sie in der Wurzelhaut sich finden. Sie gehen, teils schräg gegen den Zahnhals ansteigend, in das Zement über (Ringband, Ligamentum circulare, Kölliker) (siehe Fig. 182 *R*), teils direkt in das Zahnfleisch, um sich mit den Bindegewebsbündeln des letzteren zu verflechten. Zwischen zwei Nachbarzähnen ist das Ringband für beide Zähne gemeinsam, indem sich die Faserbündel über der knöchernen Scheidewand (Septum alveolare) durchflechten und dadurch einen sehr widerstandsfähigen bandförmigen Zusammenhalt der ganzen Zahnreihe herstellen. Die Bindegewebsbündel des Zahnfleisches verlaufen teilweise zirkular um den Zahn (siehe Fig. 182 *f*), zum Teil radiär und heften sich vereinzelt auch noch am Zement fest, ohne vom Knochen zu entspringen. Soweit das Zahnfleisch die direkte Fortsetzung der Wurzelhaut beziehungsweise des Alveolarrandes bildet, kann man an demselben keine eigentliche Schleimhaut unterscheiden. Das Bindegewebe behält vielmehr denselben Charakter bis an die Papillen heran, wie er der Wurzelhaut zukommt. Die Papillen des Zahnfleisches sind dicht gedrängt, 0·2—0·7 *mm* hoch und von dem mehrfach geschich-

teten Pflasterepithel der Mundhöhle so überdeckt, daß die Epithelzellen, die Vertiefungen zwischen den Papillen ausfüllend, dem Zahnfleisch eine fast glatte Oberfläche erteilen. Die den Zähnen zugewendete Oberfläche des Zahnfleisches ist papillenfrei und an jugendlichen Zähnen dem noch vom Schmelz bedeckten Teil des Zahnes in einer etwa 1 *mm* langen Strecke angeschmiegt. Die Oberfläche des hier nur etwa 30 bis 40 Mikromillimeter dicken, geschichteten Pflasterepithels ist dem Schmelz dicht angelagert. Das Epithel reicht bis an den Schmelzrand und hört hier wie abgeschnitten auf. Da Epithel und Schmelz nicht verwachsen sind, existiert zwischen beiden ein Spalt, der an der Insertion des Ringbandes am Zement des Zahnhalses sein Ende findet. Bemerkenswert ist, daß an den in der Nähe der Zähne befindlichen, relativ hohen Papillen und an deren Basis nicht selten eine Infiltration des Gewebes mit Lymphzellen vorkommt. Bisweilen sieht man in dieser Gegend auch wirkliches adenoides Gewebe, an welchem sich ein Retikulum, dessen Maschen von Lymphzellen erfüllt sind, unterscheiden läßt, in das derbfaserige Bindegewebe eingelagert (siehe Fig. 182 *L*). Dort, wo das Zahnfleisch an die fazialen und lingualen Abdachungen der Alveolarfortsätze grenzt, läßt sich bald eine Sonderung von Schleimhaut und Periost bemerken, die am Zahnfleisch fehlt. Das derbfaserige Gewebe setzt sich in das Periost des Alveolarfortsatzes fort. Die darüberliegende Schleimhaut besteht aus dünnen, in allen Richtungen sich durchflechtenden Bindegewebsbündeln, welchen reichlich elastische Fasern bei-

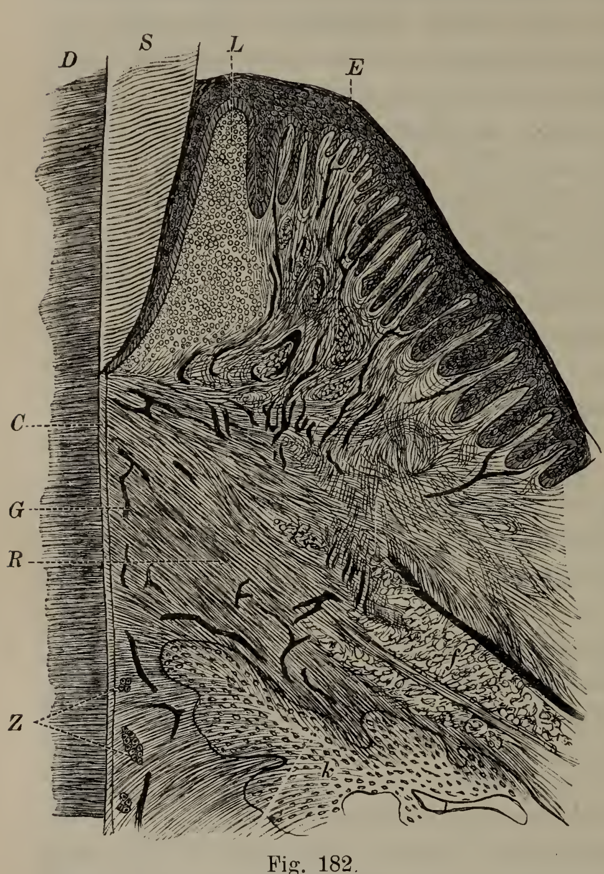


Fig. 182.

Zahnfleisch und Zahnhals eines Milchzahnes vom vierjährigen Kinde im Längsschnitt. Bukkale Seite. *D* **Zahnbein.** *S* **Schmelz.** *C* **Zement.** *E* **Epithel des Zahnfleisches.** *L* **Lymphzellenanhäufung.** *G* **Blutgefäße.** *R* **Ringband.** *f* **Fibröse Faserzüge im Querschnitt.** *k* **Knochen.** *Z* **Epithelzellennester in der Wurzelhaut. Vergr. zirka 40.**

gemengt sind. Zwischen den Bündeln bleiben ziemlich weite Lücken. Die Papillen an der Oberfläche der Schleimhaut sind verhältnismäßig weniger entwickelt als über dem Alveolarrand. Drüsen fehlen dem eigentlichen Zahnfleisch; doch finden sich in der angrenzenden Schleimhaut mitunter Schleimdrüsen, welche nahe an das Zahnfleisch heranreichen. Die von Serres im Zahnfleisch neugeborner Kinder beschriebenen Drüsen sind im Bindegewebe eingelagerte, nicht selten konzentrisch geschichtete, solide Epithelhaufen, welche als Reste der bei der Schmelzentwicklung auftretenden Epithelstränge angesehen werden müssen.

Das Zahnfleisch ist reich an Blutgefäßen, welche mit jenen der Wurzelhaut und des Knochens zusammenhängen. Die Papillen werden mit Kapillarschlingen versorgt, die, nur durch eine dünne Grenzhaut vom Epithel getrennt, diesem ganz nahe liegen. Lymphgefäßnetze des Zahnfleisches sind durch Sappey zuerst nachgewiesen worden. Über die Nervenendigung gibt Wedl an, daß einzelne marklose Fäserchen aus einem der Oberfläche parallelen Plexus markhaltiger Fasern direkt gegen die Papillen ziehen. Nach Black finden sich am Übergangsteil von Alveolarperiost und Zahnfleisch hie und da Pacinische Körperchen und Endkolben.

Das Gewebe der Pulpa wird gewöhnlich als undeutlich faserig bezeichnet und dem embryonalen Bindegewebe verglichen (Kölliker, Waldeyer, Ch. Tomes). Dies ist jedoch nicht ganz richtig, denn schon an jugendlichen Zähnen ist die Grundsubstanz von massenhaft vorkommenden, in allen Richtungen verlaufenden Fibrillen durchsetzt, welche an Schnitten, meist in schräger Ansicht, zum Teil in der Aufsicht sich darbietend, eine granulierte Beschaffenheit der Grundsubstanz vortäuschen können. Ch. Robin hat das Gewebe der Pulpa und jenes der Haarpapillen als besondere Form des Bindegewebes, als tissu phanérophore, unterschieden und als charakteristisch angegeben, daß die zwischen den Zellen befindliche Grundsubstanz stark granuliert sei. Daß dieses granulierte Ansehen von Fibrillen herrührt, davon kann man sich an Schnitten in Alkohol gehärteter Pulpen leicht überzeugen. Bemerkenswert ist das absolute Fehlen jeglicher Spaltbildung im Pulpagewebe. In diesem Punkt stimmt dasselbe allerdings mit dem unreifen, embryonalen Bindegewebe ganz überein. C. Röse (1893) ist der Meinung, daß alle die wirr verfilzten Fäserchen der Pulpa nur Zellausläufer seien, da es ihm nicht gelang, aus der Pulpa eine gelatinierende Leimlösung zu gewinnen. Allein dies beruht wohl nur auf der Schwierigkeit, die Leimlösung zu reinigen, und ich halte es für sicher, daß die Mehrzahl der Pulpafibrillen leimgebende Fäserchen sind, da sie in ihrem Aussehen, ihren optischen Eigenschaften und in ihrem Verhalten gegen Reagenzien ganz mit Bindegewebsfibrillen übereinstimmen und, wie Masur (1910) zeigte, unverdaulich in Trypsin und Pankreatin sind.

Auf Anregung Prof. J. Schaffers hat Dr. Mauritius Kraus aus den Pulpen von Kälber- und Rinderzähnen nach vorausgehender Mazeration und entsprechender Reinigung gelatinierende Leimlösungen herzustellen vermocht und damit den von C. Röse erhobenen Bedenken gegen die kollagene Natur der Pulpafäserchen den Boden entzogen (1917). — Völlig unbegreiflich ist es, wie Bödecker sen. die Pulpa dem adenoiden Gewebe vergleichen konnte, mit welchem sie ganz und gar keine Ähnlichkeit hat. Aber auch mit der Darstellung von Weil kann ich mich nicht einverstanden erklären. Er spricht von Bindegewebsbündeln und dazwischenliegenden Maschen, welche von Flüssigkeit erfüllt

seien. Es gibt aber keine Bindegewebsbündel, sondern nur isoliert verlaufende Fibrillen, und die weiche Masse ist als kontinuierlicher weicher Kitt zu betrachten, in welchem Fibrillen und Zellen eingelagert sind. Weil beschrieb ferner eine besondere, nur aus Fasern bestehende zellenlose Schicht zwischen den Odontoblasten und der Pulpaoberfläche, die jedoch auf keinen Fall regelmäßig vorhanden ist und häufig vollständig fehlt, indem den Odontoblasten direkt eine zellenreiche Pulpalage sich anschließt. Ausnahmsweise kommt es bei Tieren (Vespertilio murinus) vor, daß die Pulpa im Innern von Fettgewebe erfüllt ist und dadurch fetthaltigem Knochenmark sehr ähnlich wird. Cogne und Cavalié (1905) beschreiben in der Pulpa des ersten und zweiten Molars beim Menschen längslaufende Bündelchen glatter Muskelzellen, welche unabhängig von Gefäßen sind. Welche Bedeutung diesem Befund zukommt und ob derselbe überhaupt konstant ist, bedarf erst weiterer Aufklärung. — In der Schilderung der Odontoblastenschicht folge ich Annell; von dem Vorkommen mehrerer, bis zu sechs Dentinfortsätzen beziehungsweise Zahnfasern an einem Odontoblasten, wie Boll und Waldeyer annehmen, konnte ich mich nicht überzeugen, wenigstens nicht an der Pulpa von Zähnen, deren Zahnbein in der Entwicklung weit vorgeschritten ist. Im Beginn der Zahnbeinentwicktung kommen allerdings, wie später noch erörtert werden soll, Odontoblasten mit mehreren Fortsätzen vor. Die Odontoblasten enden am Zahnbein nicht immer in derselben Weise. Bald geht die Zahnfaser unter allmählicher Verschmächtigung des Zellkörpers aus den Odontoblasten hervor (Fibrill-cell Andrews), bald ist der letztere am Zahnbein wie abgestutzt, und die Zahnfaser tritt aus diesem abgestutzten Ende hervor. Wie Annell richtig angibt, geht die Zahnfaser durchaus nicht immer in der Richtung der Längsachse des Zellkörpers ab, sondern bildet oft mit letzterer mehr minder große Winkel. Von Lymphgefäßen in der Zahnpulpa sprach Bödecker sen., ohne jedoch etwas Genaueres darüber anzugeben.

Ein noch immer nicht völlig aufgeklärter Punkt ist die Endigung der Pulpanerven. J. Tomes wurde durch Überlegungen über die Empfindlichkeit des Zahnbeins zur Entdeckung der Zahnfasern geführt. Da aber die Zahnfasern selbst keine Nerven sind, glaubte man später, es müßten neben den Zahnfasern auch noch Nerven in den Zahnkanälchen vorhanden sein, und Boll hat in der Tat an den stets fortwachsenden Nagezähnen des Kaninchens feine Fäserchen, die er für Nerven hiet, an Chromsäurepräparaten bis zwischen die Odontoblasten, ja bis zwischen die Zahnfasern der aus dem Zahnbein losgelösten Odontoblasten verfolgt und vermutete daher das Eindringen der Nerven in die Zahnkanälchen. Die Natur der von Boll zwischen den Odontoblasten gesehenen Fäserchen ist nicht ganz sicher, und es ist naheliegend, daß die dort vorkommenden leimgebenden Fäserchen leicht zu Täuschungen Anlaß geben können; doch haben die späteren Untersuchungen von G. Retzius, Huber und J. Rygge wenigstens das Eindringen der Nervenenden zwischen die Odontoblasten außer Zweifel gestellt. Die Endigung der Pulpanerven am Zahnbein ist sehr schwierig zu verfolgen. In neuerer Zeit haben sich insbesondere M. Morgenstern und O. Römer viele Mühe gegeben, diesen Punkt aufzuklären. Doch sind die Angaben von Morgenstern, welche zum Teil auf augenscheinlichen Trugbildern beruhen, nicht geeignet, das Vorkommen von Nerven im Zahnbein inner- und außerhalb der Dentinröhrchen und sogar im Schmelz sicherzustellen. O. Römer scheint in der Tat bei Kätzchen Nervenfäden an Methylenblaupräparaten bis in die Anfänge der Zahnkanälchen verfolgt zu haben; doch findet sich bei ihm die Behauptung, daß die Tomesschen Fasern Röhren darstellen, wodurch der Verdacht entstehen muß, daß Verwechslungen von Tomesschen Fasern und Nervenfäden vorliegen. Mehr Vertrauen erwecken die Abbildungen Dependorfs (1913), welche nicht nur in den Zahnkanälchen, sondern auch in der Grundsubstanz Nervenfäserchen darstellen; doch beruhen sie ausschließlich auf der launischen, oft trügerischen Silbermethode. In neuerer Zeit sind aber

alle Untersucher für das Eindringen der Nervenenden in die Zahnkanälchen eingetreten (Law, Mummery, Dependorf, Fritsch). Doch glaubte ich — mit Rücksicht auf die großen Schwierigkeiten, welche die Untersuchung des Inhalts der Zahnkanälchen bietet (siehe S. 260) —, an der im Text gegebenen Darstellung festhalten zu sollen. Das Suchen nach Nerven im Zahnbein, ja bis in die tiefsten Schichten des Schmelzes hinein, ist zum Teil durch die falsche Voraussetzung veranlaßt, daß die hohe Empfindlichkeit des Zahnbeins nur durch die Anwesenheit von Nerven in diesem selbst zu erklären sei. Man muß aber O. Walkhoff (1899) recht geben, wenn er zur Erklärung der Empfindlichkeit, wie J. Tomes, es vollständig genügend findet, daß das Zahnbein überall von Protoplasmafortsätzen lebender Odontoblasten durchzogen wird, deren Zellkörper mit Nervenenden in Berührung stehen.

Die Tatsache, daß die Zähne nur in höchst seltenen Fällen, nach komplizierten Knochen-Zerstörungs- und -Neubildungsprozessen, mit den Alveolen eine knöcherne Verbindung eingehen, hat schon früh die Aufmerksamkeit erregt. Hunter leugnete aus diesem Grunde die Existenz einer der Zahnwurzel aufgelagerten Knochenschicht. Nach der zweifellosen Feststellung des Vorhandenseins eines von der Wurzelhaut gebildeten Zahnzements wollte zuerst Spence Bate eine Peridentalmembran, welche dermoider Natur sein sollte, und ein Alveolarperiost unterscheiden. Doch wurde die Unhaltbarkeit dieser Ansicht schon von J. Tomes betont. Bei Menschenzähnen, welche ihr Wachstum vollendet haben, hängen — soweit nicht Resorptionsprozesse im Gange sind — die aus der Alveolarwand entspringenden fibrösen Bündel direkt mit dem Zement zusammen, und die Wurzelhaut ist wesentlich ein Band zur Befestigung des Zahnes an der Alveolarwand. Nach Collaud zeigen die Faserbündel der Wurzelhaut in ihrem Verlauf von der Alveolarwand zum Zement zahlreiche Durchkreuzungen, welche — einem System von Zug- und Drucklinien entsprechend — von wesentlicher mechanischer Bedeutung sein sollen.

Black beschreibt in der Wurzelhaut nahe am Zement als »lymphatics« Stränge und Nester kernhaltiger Zellen. Da aber diese Stränge durch und durch solid sind und ein Zusammenhang derselben mit Lymphbahnen nicht nachgewiesen ist, hat die Deutung dieser Stränge, als zum Lymphsystem gehörig, wohl keine Berechtigung. Ich sehe ähnliche Bilder, wie sie Black insbesondere von den Zähnen des Schweines darstellt, auch an der Wurzelhaut menschlicher Milchzähne (siehe Fig. 182 *Z*), und sie sind wohl Reste des äußeren Epithels des Schmelzorgans beziehungsweise der Zahnleiste. Alle diese Bildungen mitsamt den Serresschen Drüsen hat Malassez (1885) als epitheliale, parodontäre Anhäufungen, als rudimentär bleibende Zahnanlagen beschrieben. Dies stimmt mit den Angaben von Kollmann (1869) im wesentlichen überein. Als »gingival organ« beschreibt Black (System of Dentistry, 1887, pag. 955) eine eigentümliche Modifikation des dem Zahn anliegenden Zahnfleischepithels, welches Rundzellen absondern soll. Wahrscheinlich ist damit die im Text beschriebene Infiltration des Gewebes unter dem Epithel mit Lymphzellen gemeint.

V.

Entwicklung der Zahngewebe.

Die ersten Spuren der Zahnanlagen machen sich bemerkbar gegen Ende des zweiten Embryonalmonats durch Wachstumsvorgänge im oberen Keimblatt, aus welchem in der Mundhöhle im allgemeinen das Epithel hervorgeht. Das obere Keimblatt ist um diese Zeit bereits geschichtet und besteht aus einer tiefen Zylinderzellenlage, welche dem unterliegenden Meso-

dermgewebe (mittleres Keimblatt) glatt aufliegt, und anfänglich aus einer Lage niedriger Zellen. Längs der Kieferränder verdickt sich das Epithel, indem die Schichten der oberflächlichen Zellen sich vermehren. Gleichzeitig wuchert aber das Epithel auch in Form einer Leiste in die Tiefe (Schmelzkeim Kölliker, Zahnleiste O. Hertwig). Der Epithelleiste entspricht eine Furche im Mesodermgewebe der Anlage des Kiefers (siehe Fig. 183).

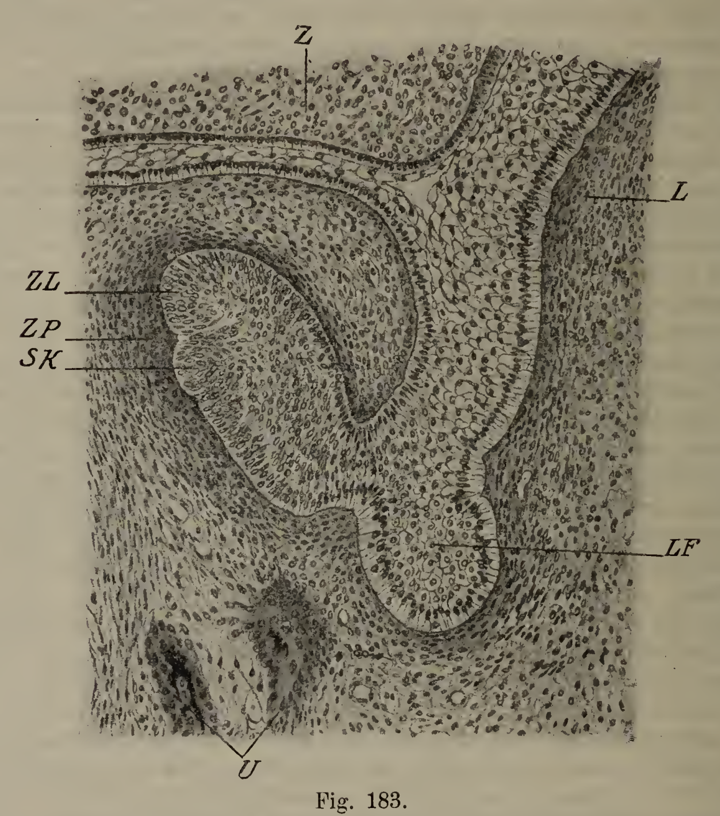


Fig. 183.

Sagittalschnitt durch die Anlage eines lateralen Schneidezahnes vom menschlichen Embryo (Scheitelsteißlänge über den Rücken gemessen 30·5 *mm*). *L* Lippe; *LF* Lippenfurchenleiste; *SK* Schmelzknoten; *ZL* inneres Ende der Zahnleiste; *ZP* Anlage der Zahnpapille; *U* Unterkiefer (nach Schaffer).

Von der Zahnleiste werden nun alsbald einzelne kolbenförmige Anschwellungen gebildet, welche den Anlagen der einzelnen Zähne, zunächst der Milchzähne, entsprechen. Man bezeichnet diese Kolben als Schmelzorgane, deren rein epitheliale Natur zuerst von Kölliker sicher nachgewiesen wurde. Jedes Schmelzorgan besteht zunächst an seiner dem Mesoderm zugewendeten Seite aus zylindrischen Epithelzellen wie die Zahnleiste, aus welcher der Kolben hervorging; gegen die Mitte ist der Kolben aus mehr rundlichen oder polygonalen Zellen gebildet.

Am Boden der kolbenförmigen Schmelzorgane wuchert nun die Zylinderzellenschicht und bildet eine ohne scharfe Grenze in die darüberliegenden, mehr rundlichen Epithelzellen übergehende Verdickung, den Schmelzknoten (Ahrens 1913).

Auf der labialen Seite des Schmelzknotens wächst die tiefe Schicht des Schmelzorgans faltenförmig gegen das anliegende Mesoderm vor, und es entsteht dadurch zwischen Schmelzknoten und Falte die labiale Schmelzrinne (Ahrens). Etwas später wiederholt sich ein analoger Vorgang an der lingualen Seite des Schmelzorgans, der weiterhin zum Zusammenschluß der labialen und lingualen Schmelzrinne führt. Dadurch erscheint der Schmelzknoten ringsum von einer Rinne umgeben, die von Mesoderm erfüllt ist und durch das Vorwachsen der labialen und lingualen Falte des Schmelzorgans erzeugt wurde. Durch diesen Prozeß ist das Schmelzorgan aus der Kolbenform in die Glocken- oder Kappenform übergegangen, indem nun der Boden des Schmelzorgans durch eine papillenartige Erhebung des Mesoderms, die Zahnpapille oder den Zahnkeim, eingedrückt erscheint (Fig. 184 *ZP*). Die älteren Darstellungen der Zahnentwicklung deuteten den Vorgang als eine Einstülpung des Schmelzorgans durch Emporwachsen der Zahnpapille, während umgekehrt das Schmelzorgan der primär formbildende Teil der Zahnanlage ist, indem die vorwachsenden Falten des Schmelzorgans die Zahnpapille gleichsam aus dem Mesoderm herausschneiden. Immerhin spielt die Zahnpapille bei den weiteren Wachstumsvorgängen keineswegs eine rein passive Rolle, sondern es besteht ein korrelatives Wachstum, das mit der formbildenden Umgestaltung des Schmelzorgans Schritt hält, und es dürfte schon die auffallende Vermehrung der Zellen des Mesoderms unterhalb des Schmelzknotens und an den Schmelzrinnen nicht bloß auf einer passiven Zusammenschiebung der Mesodermzellen beruhen. Die ersten Stadien der kappenförmigen Schmelzorgane stehen noch in breiter Ausdehnung mit der Zahnleiste in Verbindung; erst später erfolgt eine von der basalen Seite gegen das Mundhöhlenepithel fortschreitende Abspaltung der lingualen Epithelfalte von der Zahnleiste, wodurch lingual von den Schmelzorganen die Ersatzzahnleiste für die bleibenden Zähne im Zusammenhang mit der zwischen den Schmelzorganen der Milchzahnreihe vorhandenen ursprünglichen Zahnleiste bleibt, während die Schmelzorgane der Milchzähne nur in der Nähe des Mundhöhlenepithels noch mannigfaltige Zusammenhänge mit der ursprünglichen Zahnleiste zeigen, welche von Waldeyer als »Hals des Schmelzorgans«, von Röse als »Verbindungsbrücken« beschrieben wurden (Fig. 184 *H* und *Zl*).

Bei der weiteren Entwicklung nimmt das Schmelzorgann rasch an Umfang zu, und man kann an dem eingestülpten Teil den in der Mitte befindlichen Schmelzknoten zu einem Strang sich erheben sehen, der aus

dicht angeordneten Zellen besteht und die Decke des Schmelzorgans erreicht und nun den Schmelzstrang (Ahrens, Schmelzseptum Bolk) (Fig. 184 *SSt*) darstellt, während rings um den Schmelzstrang die Zellen auseinander weichen und, nur durch dünne Verbindungsbrücken zusammenhängend, weite Interzellularräume umschließend, das Gewebe der Schmelzpulpa herstellen. Der Schmelzstrang bewirkt nach Ahrens, nachdem er die obere Wand des Schmelzorgans erreicht hat, eine Einziehung des äußeren Epithels, welche von Bolk (1913) als Schmelznabel beschrieben wurde. Der Schmelzstrang verschwindet bald spurlos, indem seine Zellen in Zellen der Schmelzpulpa sich umwandeln, und man kann nun am Schmelzorgan ein inneres und ein äußeres Epithel, welche am Umschlagsrand des kappenförmigen Organs ineinander übergehen (Fig. 184 *SE* und *ASE*), und die zwischen den beiden Epithelschichten gelegene Schmelzpulpa unterscheiden (*SP* in Fig. 184 und Fig. 185). Die aus dem Mesoderm hervorgegangene Papille, der Zahnkeim, setzt sich am Umschlagsrand des Schmelzepitels in eine zellenreiche Gewebsschicht fort, welche das äußere Schmelzepithel überzieht und die Anlage des Zahnsäckchens darstellt. Das Zahnsäckchen umhüllt die ganze Zahnanlage, ist jedoch vorläufig noch an der Abgangsstelle der Verbindungsbrücken der Schmelzorgane unterbrochen.

Mit der Ausbildung dieser Anlagen sind nun weitere histologische Veränderungen verbunden (siehe Fig. 184).

Das innere Epithel des Schmelzorgans wandelt sich mehr und mehr in eine hohe, regelmäßige Zylinderzellenschicht (Membrana adamantina Raschkow), Schicht der Schmelzzellen (Ganoblasten Schaffer), um, während das äußere Schmelzepithel sich abflacht und zu einer mehr kubischen, später mit vielen Einbuchtungen versehenen Zellenschicht wird (Fig. 185). Die zwischen den beiden Grenzlagen befindlichen Epithelzellen gehen als Schmelzpulpa eine höchst eigentümliche Metamorphose ein. Sie bleiben nur mit einzelnen flügelartigen Fortsätzen in Zusammenhang, während im übrigen weite, mit Flüssigkeit sich anfüllende Lücken zwischen ihnen entstehen. Sie machen dann den Eindruck sternförmiger Zellen, welche eine oberflächliche Ähnlichkeit mit jenen sternförmigen Zellen haben, wie sie im sogenannten Gallertgewebe vorkommen. Während aber im Gallertgewebe die Zellen in eine homogene Grundsubstanz eingelagert sind, handelt es sich hier um ein reines Zellengewebe mit von Flüssigkeit erfüllten Interzellularräumen. Mit der Ausweitung der Interzellularräume kommt es dann auch noch zur Bildung von Fasern innerhalb der Zellen, welche sich teils einzeln, teils in Bündeln durch die Interzellularbrücken über Reihen von Zellen fortsetzen. Diese Faserungen hat Masur (1907) genauer untersucht. Zwischen der Schmelzpulpa und den Schmelzzellen (inneres Epithel) bleiben

mehrere Lagen von Zellen übrig, welche den ursprünglichen Charakter polygonaler, dicht aneinandergedrängter Zellen bewahren (intermediäre Schicht, Stratum intermedium Kölliker). Doch kann man in späteren Entwicklungsstadien an den Zellen der intermediären Schicht stachelartige Fortsätze bemerken (Fig. 189 *c*, S. 377), durch welche sie untereinander ebenso sich verbinden wie die sogenannten Stachel- und Riffzellen der

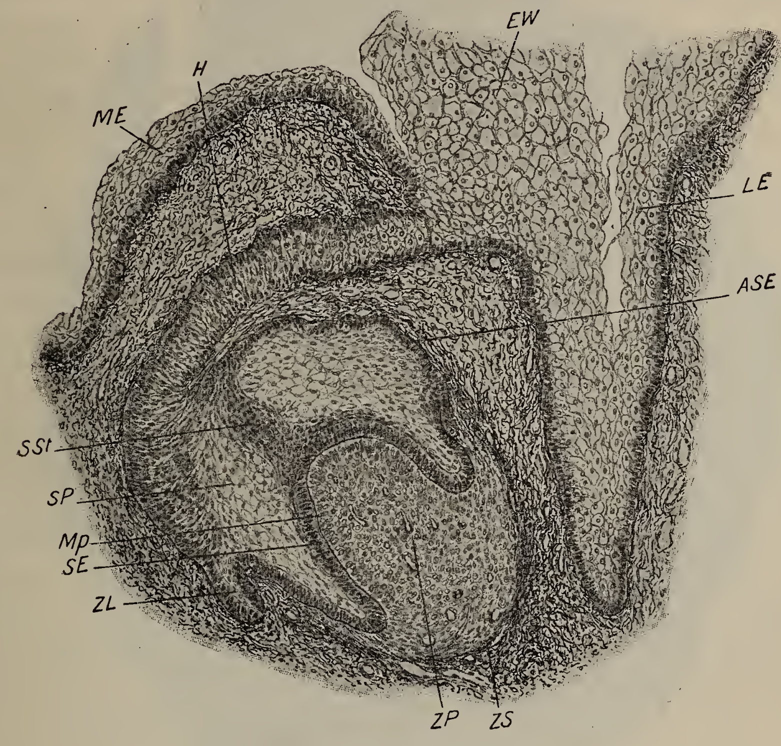


Fig. 184.

Anlage des rechten unteren medialen Schneidezahnes eines dreimonatlichen Embryos im sagittalen Durchschnitt. Zenkers Flüssigkeit. Mallorys Bindegewebsfärbung. Die blau gefärbten kollagenen Fäserchen sind schwarz dargestellt. *ASE* Äußeres Epithel des Schmelzorgans. *EW* Epithelwulst über der Zahnleiste. *H* Hals des Schmelzorgans beziehungsweise Teil der Zahnleiste. *LE* Lippenepithel. *ME* Epithel am Boden der Mundhöhle. *Mp* Membrana praeformativa. *SE* Scmelzepithel. *SP* Schmelzpulpa. *SSt* Schmelzstrang. *ZL* Inneres Ende der Zahnleiste. *ZP* Zahnpapille. *ZS* Zahnsäckchen. Vergr. 80. Nach Schaffer.

Epidermis und geschichteter Pflasterepithelien (Annell). Während der besprochenen Umwandlungen geht auch das äußere Epithel des Schmelzorgans Veränderungen ein, welche darin bestehen, daß die äußere Oberfläche des Schmelzorgans sich mit höckerartig vorspringenden Anhäufungen dicht gedrängter Epithelzellen bedeckt, die später in das umgebende Bindegewebe des Zahnsäckchens derart einspringen, daß letzteres wie mit Papillen bedeckt erscheint. Während dieser Entwicklungsvorgänge im Schmelzorgan

zeigt auch der Zahnkeim eine charakteristische Differenzierung vom benachbarten Mesodermgewebe. Letzteres zeigt im benachbarten Zahnsäckchen mehr und mehr den Charakter lockeren Bindegewebes durch das Auftreten

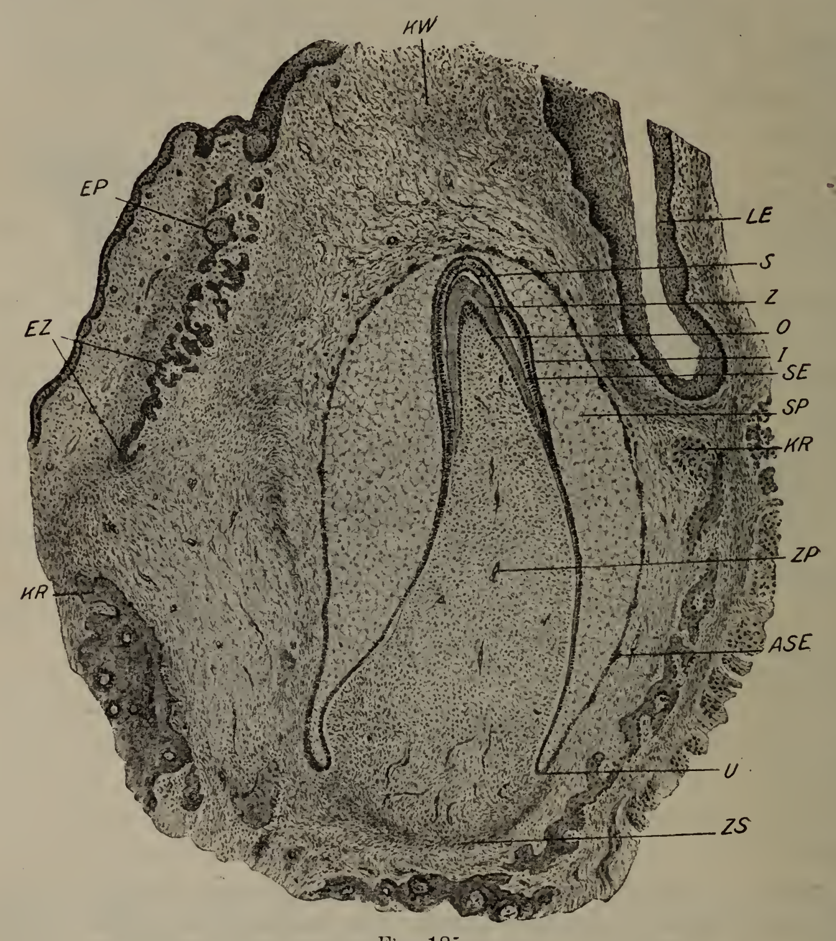


Fig. 185.

Anlage des unteren medialen Schneidezahnes vom fünfmonatlichen Embryo. Pikrinsublimat. Sagittalschnitt. *ASE* Äußeres Schmelzepithel. *EP* Epithelperle im Reste der Ersatzzahnleiste *EZ*. *J* Intermediäres Epithel. *KR* Knöcherner Alveolarrand. *KW* Kieferwall. *LE* Pflasterepithel der Lippe. *O* Odontoblasten. *S* Schmelzkappe (durch Schrumpfung etwas abgehoben). *SE* Schmelzepithel (teilweise abgehoben). *SP* Schmelzpulpa. *U* Übergang des äußeren in das innere Schmelzepithel. *Z* Zahnbein. *ZP* Zahnpulpa. *ZS* Zahnsäckchen. Vergr. 33. Nach Schaffer.

von Bindegewebsbündeln und Spalten in der homogenen, von spindel- und sternförmigen Zellen durchsetzten Grundsubstanz. Im Zahnkeim dagegen sieht man vorläufig nur eine gleichartige Grundsubstanz mit ziemlich dicht gedrängten rundlichen, spindel- und sternförmigen Zellen. An der Basis des Zahnkeims läßt sich dieses Gewebe auch noch als dünne Schicht eine

Strecke weit auf das äußere Epithel des Schmelzorgans verfolgen. Während das Schmelzorgan vom Anfang bis zum Ende seines Bestandes wie ein typisches Epithelgewebe, wenigstens beim Menschen, stets gefäßlos bleibt, zeigen sich im Zahnkeim schon frühzeitig Gefäße, welche gegen die Oberfläche desselben ein Kapillarnetz bilden. Mit dem Zahnkeim zugleich wird auch das Zahnsäckchen mit Gefäßen versorgt, und in späteren Entwicklungsstadien zeigt dasselbe ein reiches Kapillarnetz dicht am äußeren Schmelzepithel.

Gänzlich unabhängig von der Zahnanlage entsteht, ohne vorausgehende Knorpelbildung, durch sogenannte direkte Verknöcherung, die Anlage der Kiefer mitten im Mesodermgewebe (siehe Fig. 183 *U*). Ursprünglich als eine dünne Platte auftretend, erhebt sich die Knochenanlage längs der fazialen und lingualen Seiten der Zahnkeime und bildet so die erste Spur der Alveolarfortsätze, welche zunächst aus netzartig angeordneten Knochenbälkchen sich aufbauen. Zwischen Knochen und Zahnanlage bleibt embryonales Bindegewebe (siehe Fig. 185), das sich längs der Alveolarfortsatzanlage zum Periost des Knochens, um die Zahnanlage aber zu dem bereits besprochenen Zahnsäckchen verdichtet.

Ehe nun die Entwicklungsvorgänge bis zur Bildung der harten Zahnsubstanzen fortschreiten, wächst das Schmelzorgan und die von diesem geformte Papille, der Zahnkeim, so lange fort, bis die definitive Größe und Form der Zahnkrone in der Hauptsache so weit gegeben ist, als sie der späteren Grenze von Schmelz und Zahnbein im Bereich der Kaufläche entspricht; es ist jedoch zu bemerken, daß bei mehrhöckrigen Kronen die Hartgewebe der Kronenspitzen zunächst unabhängig voneinander auftreten und erst sekundär in den Gruben miteinander zusammenfließen. Dabei entsprechen der labialen Schmelzrinne des Schmelzorgans die Anlagen der äußeren, der lingualen Schmelzrinne die Anlagen der inneren Höcker der Molaren, beziehungsweise bei den Frontzähnen der Anlage der Schneidekante und des Kronenhöckers (Tuberculum coronae). Die Bildung von Zahnbein und Schmelz beginnt an den Milchzähnen am Ende des vierten Fötalmonats und im siebenten ist sie an allen Milchzähnen bereits im vollen Gang. Zahnbein und Schmelz beginnen ihre Entwicklung fast gleichzeitig, doch sind die ersten Stadien der Zahnbeinentwicklung etwas früher zu sehen. An Längsdurchschnitten von Zähnen kann man die verschiedenen Entwicklungsstadien nebeneinander sehen. Dieselben folgen von der Basis der Papille gegen die Spitzen der Krone, wo die Entwicklung am weitesten fortgeschritten ist, aufeinander.

Entwicklung des Zahnbeins. Am Ende des vierten Fötalmonats besteht der Zahnkeim aus einer gleichartigen weichen, schleimhaltigen Grundsubstanz, in welcher zahlreiche reichverästelte, mit ihren Fortsätzen

zum Teil anastomosierende Zellen eingelagert sind. Die Zellenfortsätze sind so massenhaft und größtenteils so fein, daß sie die Grundsubstanz wie fein gefasert erscheinen lassen und bei schwächerer Vergrößerung ein Bild entsteht, das dem Bild einer reifen Zahnpulpa sehr ähnlich ist (Fig. 186 *P*). Doch sind um diese Zeit noch keine leimgebenden Fibrillen im Zahnkeim vorhanden. Gegenteilige Angaben beruhen, wie ich glaube, auf Verwechslungen mit Zellfortsätzen. Die Papille ist bereits um diese Zeit reichlich von Blutgefäßen versorgt. Vor Beginn der Zahnbeinentwicklung sieht man an der Oberfläche der Papille die Zellen eine dichter gedrängte Lage bilden und über derselben, unmittelbar angrenzend an die benachbarten Schmelzzellen, wird eine blasse, durchsichtige, zellenlose Schicht sichtbar, in welche man noch ein Gewirr von Zellfortsätzen, jedoch nicht bis ganz an die freie Oberfläche des Zahnkeims, verfolgen kann. Bei Zusatz von Wasser oder Essigsäure hebt sich am frischen Präparat ein Teil dieser Grenzschicht des Zahnkeims in Form eines Häutchens ab und stellt die sogenannte Membrana praeformativa (siehe Fig. 186 *M*) (Raschkow) oder die Basalmembran (Kölliker) dar. Die unter dieser Grenzschicht gelegenen Zellen werden gegen die Spitzen der Papillen allmählich höher, ordnen sich nach Art eines Zylinderepithels und stellen nun die Odontoblastenschicht (Membrana eboris Kölliker) dar. Alsbald wird nun die zellenfreie Schicht über den Odontoblasten (die frühere Membr. praef.) etwas dicker und stärker lichtbrechend, und zwischen den Odontoblasten sieht man dieselbe Substanz, welche die sogenannte Membrana praeformativa zusammensetzt, in Form von Zacken oder faserförmigen Fortsätzen gegen die Pulpa vorspringen (E. Hoehl, v. Korff). Diese Substanz ist bereits als eine Vorstufe des Zahnbeins, als Prädentin, zu betrachten, welches weiter nach

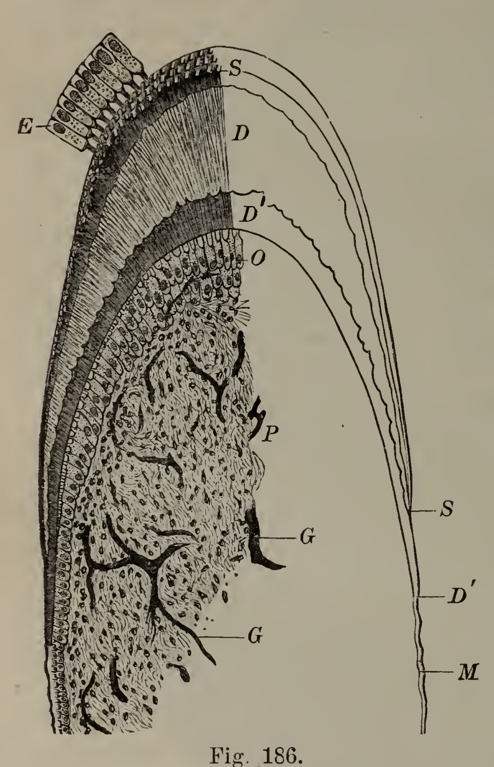


Fig. 186.

Senkrechter Schnitt durch einen Schneidezahn vom 16 *cm* langen Embryo. *S S* Junger Schmelz, teils in der Aufsicht, teils im Profil. *E* Schmelzzellen mit Tomesschen Fortsätzen, teilweise noch im Schmelz steckend. *D* Verkalktes Zahnbein, so weit wie der Schmelz reichend. *D' D'* Unverkalktes Zahnbein. *M* Membrana praeformativa (Prädentin). *P* Pulpa. *G* Blutgefäße. *O* Odontoblasten.

aufwärts in unverkalktes Zahnbein übergeht. Dieses ist zum Unterschied vom Prädentin durch eine deutlich fibrilläre Struktur ausgezeichnet. Die leimgebenden Fibrillen des unverkalkten Zahnbeins treten sofort als Fäserchen auf, welche parallel zur Oberfläche des Zahnkeims und senkrecht zu der Längsrichtung der Odontoblasten angeordnet sind (siehe Fig. 186 *D'—D'*).

Noch weiter nach aufwärts wird das unverkalkte Zahnbein von einer gegen die Zahnspitze allmählich dicker werdenden Schicht einer sehr stark glänzenden, ebenfalls von den Fortsätzen der Odontoblasten durchzogenen Schicht überdeckt, dem verkalkten Zahnbein (siehe Fig. 186 *D*). Das letztere setzt sich gegen das unverkalkte Zahnbein in der Regel durch eine buchtige Grenze ab, welche mit halbkugeligen Vorsprüngen (Zahnbeinkugeln) in das unverkalkte Zahnbein eingreift. Nach außen grenzt das verkalkte Zahnbein mit einer ähnlich buchtigen Linie an den jungen Schmelz (siehe Fig. 186 *S*, *S*), der ebenso weit an der Papille herabreicht wie das verkalkte Zahnbein.

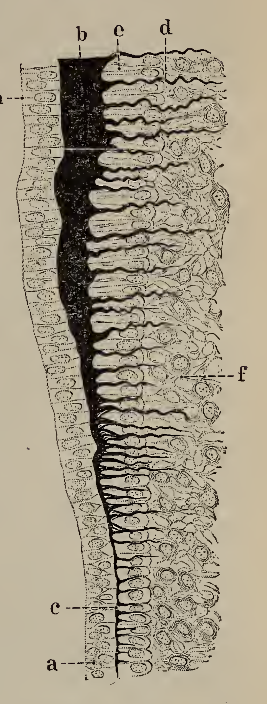


Fig. 187.
Radialer Längsschnitt durch den Rand der Zahnbeinanlage von einem Schneidezahn eines Schweinembryos. Fixiert in Flemmings Gemisch. Färbung nach Mallory (die schwarz gehaltenen Teile im Präparat dunkelblau). Vergr. 200. *a a* Schmelzzellen. *b* Unverkalktes Zahnbein. *c* Membrana praeformativa (Prädentin). *d* v. Korffsche Fasern. *e* Odontoblasten. *f* Pulpa.

Die Zahnbeinentwicklung scheint in folgender Weise vor sich zu gehen: Die äußeren protoplasmatischen Enden der Odontoblasten wandeln sich zunächst in eine fast homogen aussehende Masse um, welche mit der von den Nachbarzellen gelieferten zu einer gemeinsamen membranartigen Schicht zusammenfließt (Membrana praeformativa). So entsteht eine oberflächlich homogene Prädentinlage. Hierauf folgt eine Ausscheidung von Prädentin nicht nur an den äußeren Enden, sondern auch an den Seitenflächen der Odontoblasten, welche Ausscheidung, an der sich auch Pulpazellen beteiligen, bis in die oberflächliche Schicht des Zahnkeims unter den Odontoblasten in Form von Fasern (v. Korffsche Fasern) sich fortsetzen kann (Fig. 187). Das Prädentin wandelt sich dann zunächst dicht unter dem Schmelzepithel in unverkalktes Zahnbein dadurch um, daß in der anfänglich faserlosen Prädentinsubstanz leimgebende Fibrillen sich ausscheiden, während die v. Korffschen Fasern zwischen den Odontoblasten erst viel später in die Zahnbeinbildung einbezogen werden. Mit der zunehmenden Ablagerung von Zahnbein werden die Odontoblasten höher und regelmäßiger und rücken mehr und mehr von dem Schmelzepithel ab, während die v. Korffschen Fasern in das sich verdickende Zahnbein gleich-

sam hineingezogen werden. Sobald das Zahnbein eine Dicke von 40 μ und darüber erreicht hat, verschwinden die v. Korffschen Fasern mehr und mehr und fehlen endlich vollständig. Doch können sie, wie Kantorowicz (1910) nachwies, bei der Bildung von Ersatzdentin in abgekauten Zähnen neuerdings in reichlichem Maße auftreten. Die Altersstufen des typisch sich entwickelnden Zahnbeins folgen nun aber in der Hauptsache in Schichten aufeinander, welche der Oberfläche des Zahnkeims parallel geordnet sind (Fig. 186). Zu äußerst das verkalkte, dann das unverkalkte Zahnbein und zu innerst, den Odontoblasten dicht anliegend, eine dünne Prädentinlage. Das Prädentin wird von den Odontoblasten und anfänglich auch von benachbarten Pulpazellen, wahrscheinlich durch Zerfließen oberflächlicher körniger Protoplasmafäserchen und ganzer Zellfortsätze, gebildet und ist zunächst eine weiche Substanz, weiches Prädentin, das dann, vor der Umwandlung in unverkalktes Zahnbein, eine gegen Säuren und Alkalien widerstandsfähige Substanz, festes Prädentin, wird, welches die jeweilige innere Begrenzungsmembran des Zahnes (siehe S. 344) darstellt. Da die innere Begrenzungsmembran des Zahnbeins durch kochende 35%ige Kalilauge in jedem Entwicklungsstadium des Zahnes nachweisbar ist (L. Fleischmann 1906), so muß sie wohl als eine Übergangsstufe des weichen Prädentins in das unverkalkte Zahnbein, als festes Prädentin angesehen werden, solange der Zahn wächst. Mit dem Dickerwerden des Zahnbeins, durch allmähliche Ablagerung von den Odontoblasten aus, geht nun auch die Bildung der Zahnkanälchen Hand in Hand. Die erste Prädentinlage, welche aus der Basalmembran (Membr. praeformativa) hervorgeht, ist ohne Zahnkanälchen. Erst sekundär bilden sich dann, mit der Verdickung des Prädentins, Fortsätze von Odontoblasten mit ihren Verzweigungen, die, in das Prädentin beziehungsweise Zahnbein sich einlagernd, den Zahnkanälchen entsprechende Röhren erfüllen. Dabei ist besonders bemerkenswert, daß beim Sichtbarwerden der ersten Odontoblastenfortsätze (Tomessche Fasern) an diesen noch keine Neumannschen Scheiden nachweisbar sind, und die innere Begrenzungsmembran des Zahnbeins beziehungsweise das feste Prädentin als eine durchlöcherte Haut den äußeren Enden der Odontoblastenkörper aufliegt. Erst sekundär bilden sich von den Löchern dieser Haut ausgehend, von innen nach außen fortschreitend, die Neumannschen Scheiden, deren Erscheinen als ein Zeichen anzusehen ist, daß nun auch die Tomesschen Fasern an der Prädentin- beziehungsweise Zahnbeinbildung sich beteiligen (L. Fleischmann). Dies muß deshalb angenommen werden, weil die Zahnkanälchen sekundär enger werden, wie schon J. Tomes fand und L. Beale, E. Neumann und Walkhoff bestätigten. Da dies ohne Dickenänderung der Neumannschen Scheiden geschieht, so ist wohl nur die Vorstellung möglich, daß jeweilige Neumannsche Scheidensubstanz während

der Zahnbeinentwicklung sekundär in Zahnbeingrundsubstanz sich umwandelt; somit sich ebenso verhält wie das Prädentinhäutchen an der Innenfläche des Zahnbeins. Wenn mit Abschluß der Zahnbeinbildung alles Dentin verkalkt, so bleibt die zuletzt gebildete Prädentinschicht samt den Neumannschen Scheiden als innere Begrenzungsmembran des Zahnes (S. 344) erhalten, ohne sich in fibrilläre Grundsubstanz umzuwandeln. Wenn die Zahnbeinbildung einmal im Gang ist, so ist alle von den Odontoblasten neugebildete Grundsubstanz sofort von den Fortsätzen der Odontoblasten durchsetzt. Es gibt also in der fortschreitenden Dentinentwicklung nichts mehr, was einer Membrana praeformativa entspräche. Dieselbe ist vielmehr als Vorstadium der äußersten, niemals von Zellfortsätzen durchsetzten Dentinschicht, die man dem Vitrodentin der Fischzähne vergleichen kann, zu betrachten, die allerdings an der Krone in der Regel nicht erhalten bleibt. Denn alsbald, wenn die Schmelzablagerung beginnt, werden in dem darunterliegenden Zahnbein Gruben sichtbar, und die Odontoblastenfortsätze reichen bis an den Schmelz, also bis an die freie Oberfläche des Zahnbeins. Anders verhält sich aber das Zahnbein im Wurzelteil des Zahnes und an Milchzähnen bisweilen am untersten Teil der Zahnkrone. Dort bleibt, wenn wir von sekundären, inkonstanten Resorptionsprozessen absehen, zeitlebens an der Oberfläche des Zahnbeins eine von Odontoblastenfortsätzen nicht durchsetzte Schicht, welche aus der ursprünglichen Oberflächenschicht der Zahnpapille, der sogenannten Membrana praeformativa, hervorzugehen scheint. Daraus darf man schließen, daß die ursprüngliche Oberflächenschicht im Kronenteil des Zahnes sofort nach ihrer Bildung durch die Schmelzzellen resorbiert wird, ehe die eigentliche Schmelzbildung beginnt; doch ist auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die Odontoblastenfortsätze noch sekundär durch die in Zahnbein sich umwandelnde Membrana praeformativa bis an die Schmelzzellen vorwachsen. Ist einmal die Dentinbildung im Gang, so wird Schicht für Schicht des Zahnbeins von den Odontoblasten gebildet. In Spätstadien der Dentinbildung kann die Entwicklung unverkalkten Zahnbeins bis zwischen die dem Zahnbein zugewendeten Enden der Odontoblasten reichen, in dem bereits feine, sich durchkreuzende Züge von Fibrillen zu sehen sind, welche, der ganzen Anordnung nach, den leimgebenden Fibrillen entsprechen, die man im fertigen Zahnbein nachweisen kann. Die Bildung von Zahnbeingrundsubstanz erfolgt daher nicht ausschließlich nur an den dem Zahnbein zugewendeten Endflächen der Odontoblasten, sondern kann mitunter auch auf deren Seitenflächen übergreifen. Die Verkalkung tritt stets später auf als die Bildung der Grundsubstanz und die Differenzierung der leimgebenden Fibrillen. Sie wird zuerst in Form von feinen, stark lichtbrechenden Körnchen bemerkbar, die bald zusammenfließen, worauf die Grundsubstanz wie von einer gleichmäßig ver-

kalkten Substanz erfüllt erscheint. Die Verkalkung beginnt stets dicht unter den Schmelzzellen und schreitet fast immer mit einer buchtigen Grenzlinie gegen das unverkalkte Zahnbein in der Weise vor, daß oft halbkugelige oder selbst fast kugelige Vorsprünge in die unverkalkte Grundsubstanz eindringen. Geschieht die Verkalkung in unvollkommener Weise, so bleiben Stücke unverkalkter Grundsubstanz zwischen den verkalkten Teilen stehen (Interglobularräume), und häufig findet dies an der ganzen Verkalkungsgrenze gleichzeitig statt, wodurch dann die früher besprochenen Konturlinien auftreten. Mit der fortschreitenden Dentinentwicklung ändert die Zahnpapille allmählich ihre Form. Ein Schema der jeweiligen Oberfläche der Papille am Durchschnitt eines Schneidezahnes gibt Fig. 178, S. 345, durch die in das Zahnbein eingezeichneten, dem Verlauf der leimgebenden Fibrillen entsprechenden Linien, wenn man diese Linien von der Krone nach abwärts als Konturen der jeweiligen Papillenoberfläche betrachtet. Mit der sukzessiven Formänderung der Papille und der schichtweisen Ablagerung des Zahnbeins wird der Raum für die Papille mehr und mehr beengt. Infolgedessen werden die Odontoblasten im allgemeinen länger und schmäler und anscheinend mehrschichtig, während sie anfänglich relativ kurz und breit sind. Die Odontoblasten werden aber auch disloziert, wodurch ihre Fortsätze Krümmungen erleiden, die als die wahrscheinliche Ursache der Krümmungen der Zahnkanälchen angesehen werden müssen. Einzelne Odontoblasten mögen wohl auch mit benachbarten verschmelzen und dadurch zu den nicht gerade häufigen dichotomischen Teilungen der Zahnkanälchen in den tieferen Lagen des Zahnbeins Anlaß geben (Kölliker). Außerdem können auch ganze Odontoblasten, namentlich bei Tieren (Kalb), in das Zahnbein eingeschlossen werden (Rudas [1893], Morgenstern [1895]) oder auch in Zahnbeingrundsubstanz sich umwandeln. Für den Untergang von Odontoblasten mit zunehmender Einengung des Pulparaumes sprechen die da und dort zu beobachtenden Bilder von Kernschwund in denselben.

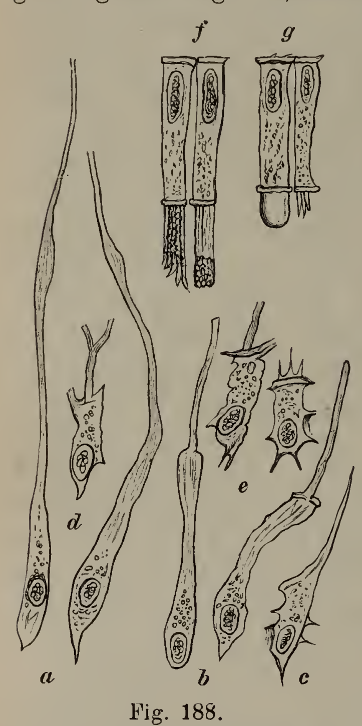


Fig. 188.

a bis *e* Odontoblasten. *f*, *g* Schmelzzellen vom Schneidezahn eines neugebornen Kindes. Müllers Flüssigkeit. Vergr. 450.

Untersucht man an Isolationspräparaten, von in der Entwicklung weitergeschrittenen Zähnen, die Odontoblasten, so überzeugt man sich noch genauer als an Schnitten, daß dieselben dort, wo das Zahnbein bereits dick

ist, lang und schmal und in der Regel mit einem einzigen Fortsatz versehen sind (siehe Fig. 188 *a*, *b*). Von Stellen dagegen, wo die Zahnbeinentwicklung erst beginnt, sind die Odontoblasten niedriger (siehe Fig. 188 *c*, *d*, *e*), und man sieht unter ihnen häufiger solche, welche mit geteilten oder mit mehreren Fortsätzen versehen sind (siehe Fig. 188 *d*, *e*). Außerdem zeigen die letzteren Odontoblasten häufiger als die langen eine Abstutzung an der dem Zahn zugewendeten Seite, welche manchmal wie ein glänzender Saum (Deckel nach Wenzel) erscheint. An geeignet konservierten Zähnen kleinerer Tiere — bei Menschenembryonen ist das schwer zu erreichen — sieht man ferner die mit abgestutzten Enden versehenen Odontoblasten dem Zahnbein fest anliegen. Häufig sieht man an Schnitten die Odontoblasten, infolge von Schrumpfungen der Pulpa beim Erhärten oder von Vakuolenbildungen im weichen Prädentin, von der Innenfläche des Zahnbeins mehr weniger abgedrängt. Abgesehen von den genannten Formveränderungen der Odontoblasten während der Dickenzunahme des Zahnbeins, bleiben dieselben bis zur Vollendung der Zahnbeinablagerung stets in derselben Weise sichtbar, und es ist jedenfalls eine Ausnahme, wenn einzelne Odontoblasten ganz in das Zahnbein eingeschlossen werden. Die regelmäßige Dentinbildung wird vielmehr bis zu Ende von denselben Odontoblasten besorgt, indem sie an ihrem peripheren Ende fortwachsen und immer mehr Grundsubstanz in der angegebenen Weise bilden, während ihr zentrales, kerntragendes Ende fortwährend von der Pulpa her Stoffe aufnimmt und assimiliert.

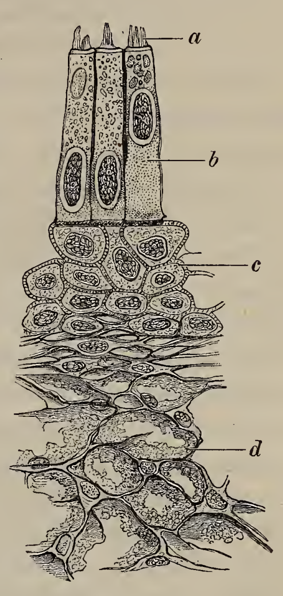


Fig. 189.
Teil des Schmelzorgans vom Schneidezahn eines neugebornen Kindes. *a* Tomessche Fortsätze (*b*) der Schmelzzellen. *c* Zellen der intermediären Schicht. *d* Zellen der Schmelzpulpa. Müllers Flüssigkeit. Vergr. zirka 550.

Entwicklung des Schmelzes. Die dem Zahnkeim unmittelbar aufliegenden Schmelzzellen werden durch das sich entwickelnde Zahnbein von der Papille allmählich abgedrängt. Sobald die ersten Spuren der Verkalkung am Zahnbein bemerkbar werden, sieht man auch bereits eine dünne Schmelzschicht diesem aufgelagert. Die Schmelzzellen zeigen, während sie Schmelz bilden, eine deutlich zylindrisch-prismatische Form, ihre Länge beträgt im Mittel etwa 40 Mikromillimeter, ihr Querdurchmesser beim neugebornen Kind 6—7 Mikromillimeter; ihr äußeres, der Schmelzpulpa zugewendetes Ende ist etwas verbreitert und mit Stacheln versehen, welche mit den Stacheln der Nachbarzellen und jenen der intermediären Schicht in Berührung stehen (siehe Fig. 189 *b*). An isolierten Zellen erscheint dieses

äußere Ende im Profil wie ein glänzender Saum (siehe Fig. 188 *f, g*). Der Körper der Schmelzzellen ist feinkörnig, am inneren Ende nicht selten von größeren glänzenden Klumpen oder Körnern durchsetzt. Die 10—12 Mikromillimeter langen elliptischen Zellkerne liegen in Schmelzzellen, welche Schmelz bilden, mit seltenen Ausnahmen (siehe Fig. 189 *b*) dem äußeren Ende der Zelle nahe (siehe Fig. 189, Fig. 188 *f, g*). An Schmelzzellen, welche noch nicht Schmelz produzieren, sind dagegen die Kerne bald mehr dem inneren, bald mehr dem äußeren Zellenende nahe. Über dem inneren Kernende befinden sich doppelte Zentralkörperchen (Th. Cohn). Die auffallendsten Verhältnisse zeigt an den Schmelz produzierenden Zellen das innere Ende. An geeignet isolierten Zellen, nach Mazeration in Müllerscher Flüssigkeit, erscheint dasselbe mit einem kürzeren oder längeren, aus der Mitte der inneren Endfläche hervorragenden Fortsatz (Tomesscher Fortsatz) versehen (siehe Fig. 189 *a*, Fig. 188 *f, g*, Fig. 186 *E*), welcher offenbar aus dem in Bildung begriffenen Schmelz herausgerissen ist. Der Fortsatz erscheint häufig wie aufgefasert, seltener mehr homogen, und an den faserartigen Stücken sieht man da und dort, am freien Ende des Fortsatzes oft dicht gedrängt, stark glänzende grobe Körner verkalkender Substanz fest anhaften. Die Länge der isolierbaren Fortsätze ist wechselnd, meistens sind sie kurz abgerissen, seltener erhält man bis 20 Mikromillimeter und darüber lange Stücke, wie sie in Fig. 188 *f* abgebildet sind. Manchmal sieht man statt der faserig erscheinenden Fortsätze der inneren Zellenfläche eine glänzende, fast homogen aussehende abgerundete Masse aufsitzen (siehe Fig. 188 *g*, die Zelle links). An der Abgangsstelle der Tomesschen Fortsätze erscheint die Zelle mit einem schmalen Kutikularsaum versehen, der wie eine Membran den Protoplasmakörper abschließt. Die Seitenflächen der Zellen erscheinen membranlos, sind mittels eines weichen Epithelkittes untereinander zusammengehalten und an der dem Schmelz zugewendeten Seite mit Schlußleisten versehen. An der Oberfläche des in Bildung begriffenen Schmelzes erblickt man, nach Entfernung der Schmelzzellen, polygonale, in schräger Ansicht meist als Vierecke sich darstellende Gruben (siehe Fig. 186 oben), welche in der Aufsicht lebhaft an das Aussehen einer Bienenwabe erinnern. Manchmal gelingt es, Gruppen von Schmelzzellen noch teilweise mit ihren Tomesschen Fortsätzen in den Gruben steckend zu erblicken (siehe Fig. 186 *E*), und es ist daher kein Zweifel, daß die Gruben von den herausgerissenen Fortsätzen der Schmelzzellen herrühren. Die Substanz zwischen den Gruben erscheint homogen, glänzend und ist von ziemlich fester Konsistenz. Hat der Schmelz bereits eine größere Dicke erreicht, so sind in der Tiefe auch schon deutliche Schmelzprismen an Stelle der Tomesschen Fortsätze getreten.

Nach diesen tatsächlichen Befunden ist die Schmelzentwicklung wohl in folgender Weise aufzufassen: Das Protoplasma der Schmelzzellen wandelt

sich an seinem inneren Ende in eine homogene Masse um, die zunächst wie ein Kutikularsaum der Zelle erscheint, bald aber mit der homogenen, von den Nachbarzellen gebildeten Masse zusammenfließt. Während dieses Prozesses sondert sich aber gleichzeitig in der unmittelbaren Fortsetzung des Protoplasmakörpers eine faserig erscheinende Substanz ab, die alsbald in der Weise provisorisch verkalkt, daß unter Auftreten von körnigen Ablagerungen, welche dann zusammenfließen, ein junges Schmelzprisma zustande kommt. Zwischen den Prismen bleibt aber noch reichliche homogene, unverkalkte Zwischen- oder Kittsubstanz, welche allmählich spärlicher wird, wenn nachträglich die Schmelzprismen, die anfänglich relativ dünn sind, sich noch verdicken. Im großen und ganzen liegt ein Prozeß vor, der manche Analogien mit dem Verzahnungsprozeß bietet. In beiden Fällen wird von zylindrischen Zellen, hier Schmelzzellen, dort Odontoblasten, eine zusammenfließende Masse gebildet; hier Kittsubstanz des Schmelzes, dort Grundsubstanz des Zahnbeins, in welcher aber die Protoplasmafortsätze der Zellen als differente Teile, hier als Tomessche Fortsätze, dort als Zahnfasern, hervortreten. Die weiteren Umwandlungen sind aber gerade entgegengesetzte. Beim Schmelz bleibt anfänglich die zusammenhängende Masse unverkalkte Kittsubstanz, die Protoplasmafortsätze der Zellen wandeln sich dagegen in verkalkte Prismen um, beim Zahnbein dagegen verkalkt die zusammenfließende Masse und wird zur Grundsubstanz, während die Protoplasmafortsätze der Zellen als solche erhalten bleiben. Die Schmelzbildung schreitet wohl in der Weise fort, daß die Schmelzzellen an ihrem inneren Ende bis zur Vollendung der Schmelzbildung fortwachsen, während das äußere, den Kern enthaltende Ende beständig Stoffe assimiliert, die aus der intermediären Schicht und weiterhin aus der Schmelzpulpa aufgenommen werden. Mit der allmählichen Ausbildung des Schmelzes nimmt die Dicke der Schmelzpulpa mehr und mehr ab, und die intermediäre Schicht gelangt schließlich ganz nahe an das äußere Schmelzepithel, das seinerseits in direkter Berührung mit den reichlichen Blutkapillaren des Zahnsäckchens steht. Da jede Schmelzzelle vom Anfang bis zum Ende am Aufbau eines und desselben Schmelzprismas arbeitet, gehen die Prismen durch die ganze Schmelzdicke. Da Einschübe von neuen Zellen während der Schmelzbildung nicht nachgewiesen werden können, so wird die Vergrößerung der Schmelzoberfläche durch ein geringes Dickenwachstum der Schmelzzellen neben dem Längenwachstum erklärt werden müssen, das mit der nachweisbaren Dickenzunahme der Schmelzprismen gegen die äußere Oberfläche harmoniert.

Die Schmelzbildung schließt damit ab, daß die Kutikularsäume der Schmelzzellen zu einem festen, gleichmäßigen, hornartigen, homogenen Häutchen werden, indem zuletzt die Zelle keinen Tomesschen Fortsatz beziehungsweise kein Prisma mehr bildet, sondern an ihrer ganzen inneren

Endfläche gleichmäßig kutikularisiert. Dieser Bildungsweise entsprechend hängt das so gebildete Häutchen, welches nichts anderes als das Schmelzoberhäutchen ist, mit der Kittsubstanz der Schmelzprismen fest zusammen, wie sich am fertigen Schmelz leicht nachweisen läßt. Das Schmelzoberhäutchen hat eine ähnliche entwicklungsgeschichtliche Bedeutung wie die innere Begrenzungsmembran des Zahnes. In beiden Fällen sind die Hautbildungen während der ganzen Entwicklungsdauer als jeweilig jüngste Ausscheidung nachweisbar und bleiben beim Abschluß der Zahnbein- und Schmelzbildung als verkalkte Grenzmembranen erhalten. Nach der Bildung des Schmelzoberhäutchens zerfallen die Schmelzzellen unter Schwund ihrer Kerne und gehen mitsamt dem ganzen Schmelzorgan, mit Ausnahme eines Teiles des äußeren Epithels, der sich beim Durchbruch der Zähne an den Zahnhals anlegt und mit dem Zahnfleischepithel sich verbindet, zugrunde. Außerdem gehen vielleicht einige papillar gebaute Teile des äußeren Schmelzepithels, deren Reste, ähnlich wie Reste des Schmelzkeimes im Zahnfleisch, als Epithelkugeln und Stränge noch in der späteren Wurzelhaut sich erhalten können, aus den Schmelzorganen hervor.

Wie das Zahnbein- ist auch das Schmelzgewebe bei seiner ersten Ablagerung noch lange nicht vollendet, und man kann bis zur völligen Erhärtung mehrere Bildungsstufen unterscheiden. Stets tritt die erste Schmelzablagerung etwas später auf als die erste Lage verkalkten Zahnbeins. Diese wird von dem sich bildenden Schmelz in auffälliger Weise verändert und teilweise resorbiert. Die aus der Membrana praeformativa (Basalmembran) hervorgehende erste verkalkte Zahnbeinlage ist ohne Zahnkanälchen und von völlig gleichmäßig glatter Begrenzung. Auf dieser Lage ruhen die Schmelzzellen. Sobald diese nun Schmelzgewebe bilden, wird diese glatte Oberfläche mehr und mehr von Grübchen durchsetzt — besonders auffällig bei den bleibenden Zähnen — und die Zahnkanälchen werden arrodiert, während die ursprüngliche Oberflächenschicht des Zahnbeins ganz verschwindet. Diese Tatsachen lassen keinen Zweifel, daß das in Bildung begriffene Schmelzgewebe resorbierend auf das Zahnbein wirkt und dem bereits verkalkten Zahnbein Kalksalze entzieht, wobei auch die Grundsubstanz in ihrem aus leimgebenden Fibrillen bestehenden Anteil durch die entstehenden Gruben und dazwischenliegenden Firste in schwer zu übersehender Weise verändert wird. Die sich bildenden Prismen sind anfänglich dünn und weich, und erst wenn der Schmelz schon eine Dicke von 200—500 μ und darüber erreicht, ist der Schmelz dicht am Zahnbein der völligen Ausbildung nahe, während der übrige Teil noch weit von der Vollendung entfernt, schneidbar und weich ist und dadurch auffallend von dem darunterliegenden knochenharten Zahnbein sich unterscheidet. Man kann an Schliffen, welche in Wasser untersucht werden, folgende ineinander übergehende Ent-

wicklungsstufen des Schmelzes unterscheiden: 1. Primärer Schmelz. Er schließt sich unmittelbar an die Schmelzzellen an, erscheint ziemlich undurchsichtig, mit nicht deutlich hervortretenden Prismen, die noch nicht doppelbrechend, stark färbbar und von deutlich körnig-globulitischer Struktur sind. 2. Junger Schmelz. Er erscheint etwas durchsichtiger als der primäre Schmelz, zeigt deutlich gesonderte Prismen, die merklich stärker lichtbrechend sind als die verbindende Kittsubstanz. Der junge Schmelz erscheint bräunlich im durchfallenden Licht, was jedoch nicht von einem Farbstoff, sondern von dem großen Unterschied der Brechungsquotienten der verkalkten Teile und der die Zwischenräume erfüllenden Flüssigkeit herrührt. Die Prismen sind oft varikös und zeigen, isoliert, flügelförmige Anhänge, die leicht in feine, schräg zur Prismenachse verlaufende Nadeln zersplittern. Der junge Schmelz ist stark positiv doppelbrechend und wie der primäre Schmelz in toto gut färbbar. 3. Übergangsschmelz. Die Prismen sind noch scharf gesondert, aber am Schliff durchsichtiger, von hell gelbbräunlichem Ansehen im durchfallenden Licht und nur wenig färbbar. Die Prismen sind fast homogen, zum Teil ohne, zum Teil mit bereits negativer Doppelbrechung. 4. Fertiger, harter Schmelz. Er erscheint im durchfallenden Licht farblos, wasserhell, homogen, mit oft nur undeutlich wahrnehmbaren Prismengrenzen, namentlich an nicht tadellos polierten Stellen, und ist nicht mehr färbbar und stets negativ doppelbrechend. Im harten Schmelz treten erst die mannigfaltig gestalteten Schmelzkanälchen und unvollständig entwickelten Schmelzpartien sehr deutlich hervor. Trockene Schliffe zeigen nur den fertigen, harten Schmelz im durchfallenden Licht hell, während der junge und der Übergangsschmelz an nicht ganz dünnen Stellen schwarz beziehungsweise undurchsichtig erscheinen, weil überall Luft zwischen die Prismen und zum Teil in die noch weichen Prismen selbst eindringt. Während der allmählichen Verkalkung nehmen die Prismen auf Kosten der umgebenden Kittsubstanz oder Zwischensubstanz an Dicke zu, und durch gegenseitige Pressung entstehen dann die rinnenförmigen, geflügelten Prismenformen. Da die Wölbungen der Arkaden rinnenförmiger Prismen fast immer der Zahnbeinseite zugewendet sind (Smreker), kann man annehmen, daß der Turgor der Prismen des jungen Schmelzes mit zunehmender Ausbildung abnimmt. Denn die Arkadenformen lassen die jüngeren Prismen als die pressenden, die älteren als die gepreßten erscheinen. Die organische Grundsubstanz des Schmelzes nimmt mit zunehmender Ausbildung des Schmelzes immer mehr ab. Primärer und junger Schmelz lassen nach der Entkalkung mit Säuren noch die ganze Schmelzstruktur erkennen, und es bleiben sowohl von den Prismen als von der diese zusammenhaltenden Zwischensubstanz deutliche, färbbare Reste zurück. Eine differenzierende Färbung gelingt in der Regel nicht, doch habe ich gelegentlich die Zwischen-

substanz und die Prismen im primären Schmelz verschieden gefärbt erhalten. Mit zunehmender Verkalkung wird der Säurerückstand der Prismen immer spärlicher, und im Übergangsschmelz bleibt nach der Entkalkung nur mehr ein färbbares Wabenwerk, welches der Zwischen- und Kittsubstanz entspricht, sichtbar, bis endlich im fertigen Schmelz auch dieses größtenteils schwindet, wenn die Verkalkung schließlich auch die Kittsubstanz mehr und mehr ergreift. Die Verkalkung der Kittsubstanz tritt zunächst in Form von Interkolumnarbrücken der Prismen auf, welche eine formale Ähnlichkeit mit den Interzellularbrücken von Epithelzellen haben, ferner in Form von selbständig verkalkenden Lamellen zwischen den Prismen. Diese Verkalkungen führen endlich zu soliden verkalkten Verbindungen; bei arkadenförmigen Prismen vor allem an den Seitenflächen (Smreker).

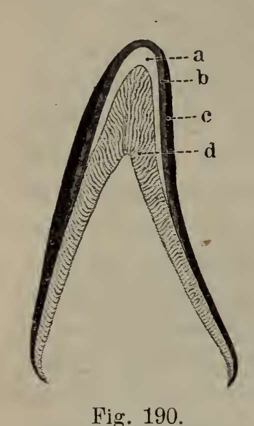


Fig. 190.
Sagittaler Längsschliff vom unteren mittleren Schneidezahn eines Neugebornen. Vergr. 9. *a* Negativ doppelbrechender, fast fertiger Schmelz. *b* Optisch neutraler Übergangsschmelz (grau). *c* Junger, optisch positiver Schmelz (schwarz). *d* Zahnbein.

Schließlich können im transparenten Schmelz alle Zwischenräume zwischen den Prismen so reichlich Kalksalze aufnehmen, daß am ungeätzten Schliff die Prismenstruktur nicht mehr zu erkennen ist. Die definitive Verkalkung des Schmelzes folgt in der Hauptsache nach dem Alter der Schmelzablagerung, schreitet also von der Tiefe am Zahnbein gegen die Oberfläche und von den Kronenspitzen zum Schmelzrand fort (Fig. 190). Die Verkalkung ist zur Zeit des Zahndurchbruches erst an den Kronenspitzen fertig, während an den Abhängen gegen den Schmelzrand an der Oberfläche noch junger und Übergangsschmelz zu finden ist. Die Konturbänder und Konturstriche sind schon frühzeitig als relativ weniger entwickelte Schmelzteile an Schliffen bemerkbar und an den fertigen Zähnen bezüglich der Kittsubstanz als auf embryonaler Stufe stehengeblieben zu betrachten; ebenso die büschel- oder bandförmigen Reste von Kittsubstanz, welche von der Zahnbeinoberfläche ausstrahlen. Dagegen sind die eigentlichen Schmelzkanälchen sekundäre Bildungen, die erst in den Spätstadien der Schmelzbildung erkannt werden können. Da die Ausbildung des fertigen, harten Schmelzes zum Teil in weiter Entfernung von den Schmelzzellen erfolgt und noch zur Zeit des Zahndurchbruches nicht ganz vollendet ist, erscheint die Annahme gerechtfertigt, daß die Kalksalze für die definitive Erhärtung des Schmelzes aus dem Zahnbein, und zwar wahrscheinlich durch die bis an den Schmelz und zum Teil in dessen Kittsubstanz eindringenden Zahnkanälchen, in den Schmelz gelangen.

Da die Zahnentwicklung im Zusammenhang mit der Dentition in diesem Handbuch von anderer Seite eine ausführliche Darstellung findet, wurde dieselbe hier nur insoweit

berührt, als dies für das Verständnis der Histogenese der Zahnsubstanzen notwendig schien.

Die Entwicklung der Zahnsubstanzen galt von jeher als ein sehr schwieriger Gegenstand, über welchen bis heute keine Übereinstimmung erzielt werden konnte. Die ganze Frage der Histogenese der Zähne mußte infolge der Entdeckungen über die mitotischen Kern- und Zellteilungen in ihren Beziehungen zur Gewebeentwicklung von wesentlich anderen Gesichtspunkten betrachtet werden, als dies in früherer Zeit der Fall war. Es scheint ein durchgreifendes Gesetz zu sein, daß die histologische Differenzierung mit der Vermehrung der gewebebildenden Embryonalzellen zeitlich nicht — und häufig auch nicht einmal räumlich — zusammenfällt. Am klarsten liegen diese Verhältnisse im Zentralnervensystem. Die Zellenvermehrung erfolgt dort in erster Zeit diffus in der Embryonalanlage, solange die Elemente noch durchaus wie Embryonalzellen, ohne spezifischen Charakter, sich verhalten. Später, wenn einmal Nervenzellen, Nervenfasern und Stützsubstanz sich ausbilden, sieht man keine Zellteilungen mehr an den Stellen, wo dies geschieht; nur an der inneren Fläche des Zentralnervensystems, wo später die Ventrikel des Gehirns beziehungsweise der Zentralkanal des Rückenmarks sich anlegen, bleiben die Zellen noch lange von embryonalem Typus und teilen sich in Menge. Schließlich hören die Zellteilungen fast ganz auf. Die Gewebedifferenzierung und das Wachstum der Gewebe ist aber dann noch bei weitem nicht vollendet, sondern erst im vollen Gang. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse in der Retina, aber auch, soweit die vorliegenden Untersuchungen ein Urteil gestatten, für die meisten anderen Organe, welche ein beschränktes Wachstum haben. Speziell für die Zähne waren die zwar kurzen, aber nichtsdestoweniger sehr wichtigen Mitteilungen von Canalis (1886) bahnbrechend, welche die Gültigkeit des Gesetzes bestätigen, daß Zellvermehrung einerseits, Gewebedifferenzierung und Wachstum der differenzierten Gewebe anderseits voneinander unabhängige Prozesse sind. Die Angaben von Canalis beziehen sich auf Kaninchenembryonen und ergaben zunächst für das Schmelzorgan, daß die Zellteilungen in den ersten Entwicklungsstadien zahlreich in den Epithelzellen, sowohl an der Oberfläche als im Innern des Schmelzorgans vorkommen. In dem Maße, als die Schmelzpulpa sich ausbildet, werden in derselben die Zellteilungen seltener und hören endlich ganz auf, während in der intermediären Schicht und im inneren Epithel noch solche vorkommen. Aber auch hier hören die Zellteilungen mit der Ausbildung dieser Schichten auf und zur Zeit der Schmelzbildung fehlen sie ganz. Zu dieser Zeit findet man die Zellteilungen nur mehr nahe am Umschlagsrand des inneren in das äußere Epithel, wo gewissermaßen noch ein früherer Embryonalzustand fortdauert. Aus diesen Tatsachen sowie aus dem unveränderten Aussehen der Schmelzzellen während der ganzen Schmelzbildung darf man zunächst wohl schließen, daß dieselben Zellen vom Anfang bis zum Ende die Schmelzbildung besorgen, wie Köllikers Scharfblick längst erkannte, und daß nicht hintereinanderliegende Zellen sukzessive durch Teilung und Wachstum entstehen und zu Schmelz werden. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bezüglich des Zahnkeims. Auch hier sind die Zellteilungen anfänglich durch den ganzen Keim zahlreich zu finden. Sie zeigen sich auch in den Odontoblasten bei deren Erscheinen. Man sieht aber keine Teilungen der Odontoblasten mehr und ebenso auch keine Teilungen der unmittelbar angrenzenden Zellen, wenn einmal die Dentinbildung im Gang ist. An der Basis der Papille bleiben aber Kernteilungen sichtbar, solange der Zahn wächst; dort bleibt am längsten der embryonale Zustand. Nach diesen Befunden von Canalis, mit welchen Beobachtungen, die ich an Schaf- und Fledermausembryonen machte, übereinstimmen, muß man daher auch für das Zahnbein annehmen, daß dieselben Odontoblasten während der ganzen Zahnbeinbildung funktionieren, wie ebenfalls Kölliker aus anderen Gründen, schon längst (gegen Waldeyer) angenommen hat. Bis in die

neueste Zeit wurde die Frage nach der Zahnbeinbildung in widersprechender Weise beantwortet. Es blieb strittig, ob das Zahnbein durch Ausscheidung, durch eine Art Sekretionsprozeß, aus den Odontoblasten (Kölliker, Lent, Herz, Kollmann, Wenzel, Löwe, Baume, Sudduth u. a.) oder durch direkte Umwandlung der Odontoblasten in Grundsubstanz (Waldeyer, L. Beale, Boll, Ch. Tomes, Klein, Walkhoff, Morgenstern u. a.) entstehe. In Einzelheiten gehen die Ansichten vielfach auseinander. Die Hauptfrage scheint jedoch zunächst zu sein, ob ganze Zellen sich in Grundsubstanz umwandeln, wie Waldeyer früher angenommen hat und neuerdings insbesondere M. Morgenstern behauptet, oder ob dieselbe Odontoblastenschicht das ganze Zahnbein liefert, was Kölliker kurz als Ausscheidung bezeichnet. Daß ganze Lagen von Odontoblasten mit Ausnahme ihrer zentralen Teile, welche zu Zahnfasern werden sollen, in Grundsubstanz sich umwandeln und daß diesen immer neue Lagen von Odontoblasten von der Pulpa her sich anschließen, wie Waldeyer sich vorstellte, ist nicht anzunehmen. In späterer Zeit hat übrigens, wie C. Röse (1893) mitteilte, Waldeyer selbst seine ältere Ansicht aufgegeben und sich in der Hauptsache der Meinung Köllikers angeschlossen. Auch O. Walkhoff (1898) gelangte zu der Überzeugung, daß dieselben Odontoblasten während der ganzen Zahnbeinbildung tätig sind. Damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß gelegentlich ganze Odontoblasten in Zahnbeingrundsubstanz sich umwandeln können. Daß derartiges bei der fortschreitenden Einengung der Pulpahöhle während der Ausbildung der Zähne und insbesondere bei der irregulären Zahnbeinbildung bei Gebrauchszähnen (P. Reich) stattfindet, ist nicht zu bezweifeln; ebensowenig, daß auch Pulpazellen in die Zahnbeinbildung einbezogen werden können. Letzteres findet sich typisch bei Zähnen mit offenen Wurzeln, wie den Nagezähnen, deren fortwachsende Pulpa an der Spitze, nach Maßgabe der Abnutzung des Zahnes, fortwährend in irreguläres Dentin beziehungsweise Osteodentin sich umwandelt. Eine andere Frage ist, wie das Zahnbein aus den Odontoblasten hervorgeht. Ein einfacher Sekretionsprozeß ist die Zahnbeinbildung ebensowenig als die Bildung der Knochengrundsubstanz oder der Bindesubstanz überhaupt. Man muß sich jedenfalls vorstellen, daß die Grundsubstanz mit ihren leimgebenden Fibrillen und den weiteren Differenzierungen aus einer Umbildung von lebendem Protoplasma hervorgeht, ohne daß einmal ein Stadium eines rein flüssigen, daher wirklich formlosen Sekrets existiert. Insofern hat die Umwandlungstheorie ihre Berechtigung. In diesem Sinne sprachen sich auch Legros und Magitot (1881) aus. Wie oben auseinandergesetzt wurde, geht das Prädentin wahrscheinlich aus den oberflächlichen Teilen der Odontoblasten hervor. Doch nicht so, daß etwa direkt Protoplasmafäserchen der Odontoblasten in leimgebende Fäserchen sich umwandeln würden. Letztere müssen vielmehr als eine Neubildung aus dem Prädentin, das anfänglich nicht faserig ist, angesehen werden, wie ich in einer besonderen Abhandlung (1906) zu zeigen suchte. Die Ansicht von Klein, daß die Odontoblasten nur Grundsubstanz bilden, und daß die Zahnfasern aus tiefer liegenden Zellen entstehen, ist mit Rücksicht auf die überzeugenden Bilder, die man an Isolationspräparaten erhält, nicht aufrechtzuerhalten. Nepper und Andrews haben ähnliche Hypothesen aufgestellt wie Klein. Die Angaben von Heitzmann, Bödecker sen. und Abbot, denen zufolge der Dentinbildung ein Zerfall der Odontoblasten in Medullarkörperchen vorausgehen soll, beruhen offenbar auf Mißdeutung von schlecht konservierten Präparaten ebenso wie die analogen Angaben über die Schmelzbildung. Auch die Aufstellung M. Morgensterns, nach welcher die Odontoblasten durch Konjugation von Zellen entstehen sollen, beruht auf einer Täuschung, welche wesentlich durch Schiefschnitte hervorgerufen wurde. Mit der Widerlegung dieser Konjugationstheorie, der sich auch E. Hoehl anschloß, hat sich O. Walkhoff eingehend beschäftigt. In neuerer Zeit versuchte v. Korff (1905) die Zahnbeinentwicklung auf neue Grundlagen zu stellen. Indem er die im Beginn

der Zahnbeinentwicklung auftretenden, von E. Hoehl zuerst beschriebenen Fasern irrtümlich als Bindegewebsbündel auffaßte, welche aus der Pulpa sich nach außen schieben, kam er zu der sonderbaren Vorstellung, daß die Odontoblasten mit der Entwicklung der leimgebenden Fibrillen des Zahnbeins nichts zu tun haben, sondern nur die Tomesschen Fasern bilden, während die leimgebenden Fibrillen ausschließlich von der Pulpa stammen sollen. Das gänzlich Verfehlte dieser Auffassung habe ich in der Versammlung der Anatomischen Gesellschaft in Rostock und ausführlich in der zitierten Abhandlung (1906) darzulegen versucht sowie in einer zweiten Arbeit (1909), welche teilweise auch gegen Studnička Stellung nimmt. Letzterer verwahrt sich (1909) gegen die sonderbare Vorstellung v. Korffs, daß das Primäre bei der Zahnbein- und Knochenentwicklung kollagene Fibrillen sein sollen, welche keine verkittende Substanz zwischen sich haben, sowie gegen die Vorstellung, daß ursprünglich parallel mit den Zahnkanälchen verlaufende leimgebende Fasern sekundär die im fertigen Zahnbein senkrecht zu den Zahnkanälchen verlaufenden Fibrillen erzeugen. Studnička tritt aber für das reichliche Vorkommen radiärer, zu den Zahnkanälchen paralleler Fibrillenzüge bei der ersten Entwicklung des Zahnbeins ein, und zwar vorzüglich auf Grund der Untersuchung von Silberpräparaten. Soweit es sich um wirkliche, leimgebende Fibrillen handelt, suchte ich die angeblichen Radiärfasern im embryonalen Zahnbein als eine durch schiefe Schnittrichtung bedingte Täuschung zu erklären. Die wesentlichsten Trugbilder, sowohl an den nach der Methode v. Korffs gefärbten Paraffinschnitten als an Silberpräparaten, entstehen aber nach meiner Überzeugung dadurch, daß die bereits in der embryonalen Zahnkrone sehr schmalen, nur wenige Mikren breiten Streifen oder Balken von Grundsubstanz zwischen den Zahnkanälchen als Fasern erscheinen, welche gegen die Oberfläche, parallel mit der Verzweigung der Zahnkanälchen, sich büschelartig ausbreiten. Diese Täuschung wird verstärkt durch die an Paraffinschnitten auftretenden Schrumpfungen und bei Silberpräparaten durch die launische, verkehrte Färbung einzelner oberflächlich gelegener Zahnbeinabschnitte, in welchen sich, statt der Zahnbeingrundsubstanz, die büschelartig verzweigten Tomesschen Fasern gefärbt haben. Studnička glaubt einen Widerspruch in meiner Darstellung der Zahnentwicklung darin zu finden, daß ich selbst das inkonstante Vorkommen einer einige Mikromillimeter dicken oberflächlichen Zahnbeinlage mit radiär laufenden Fibrillen feststellen konnte; er übersieht jedoch, daß dies nicht für das primär auftretende Zahn gilt, sondern an fertigen Zähnen festgestellt wurde, an welchen die oberflächliche Zahnbeinlage sekundäre Veränderungen durch den später aufgelagerten Schmelz beziehungsweise durch das ebenfalls später entstehende Zement erlitten hat. Wie leicht bei ausschließlicher Anwendung der Schnittmethode selbst erfahrene Mikroskopiker Trugfasern für wirkliche Fasern halten können, wird jeder zugeben, der die Literatur der Histologie der Bindesubstanzen in dieser Hinsicht sich in Erinnerung bringt. Die wirklichen Zahnbeinfibrillen, die von allem Anfang an tangential parallel zur Oberfläche und senkrecht

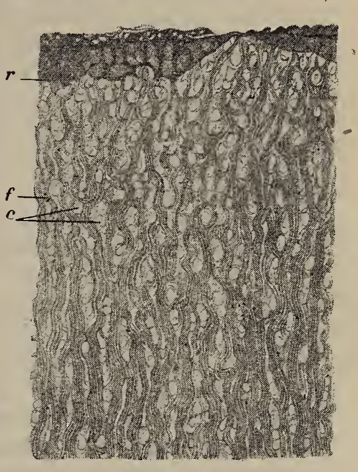


Fig. 191.

Rand des Zahnscherbchens vom Schneidezahn eines 28 *cm* langen Schweinembryos. Fixiert in Formol und durch Abschaben der deckenden Gewebe freigelegt. Färbung in Pikrofuchsin nach Hansen, Lackeinschluß. Der in die Membrana praeformativa übergehende Rand *r* des Präparats umgeschlagen. *c* Optischer Durchschnitt der Zahnkanälchen. *f* Leimgebende Fibrillenbündel des unverkalkten, in der reinen Flächenansicht von innen gesehenen Zahnbeins. Starke Vergr.

zu den Zahnkanälchen verlaufen, kann man sich leicht zur Anschauung bringen, wenn man Randpartien des Zahnscherbchens isoliert und in Wasser untersucht, wie ich dies ausführlich in der erwähnten Abhandlung (S. 310, separat S. 30) beschrieben habe. (Vgl. auch Fig. 191.) Da die v. Korffschen Fasern nur im Beginn der Zahnbeinentwicklung, bevor noch verkalktes Zahnbein vorhanden ist, auftreten, später aber, wenn das Zahnbein dicker wird, absolut fehlen, so schrieb ich den v. Korffschen Fasern eine mechanische Bedeutung für die Ablagerung des Prädentins zu, solange das feste Widerlager des verkalkten Zahnbeins noch nicht besteht. Seitdem jedoch Kantorowicz (1910) fand, daß in den Pulpahörnern stark abgekauter Zähne Ersatzdentin unter reichlicher Bildung v. Korffscher Fasern zustande kommt, scheint mir dieser Versuch, das Auftreten von Prädentin in Form von v. Korffschen Fasern teleologisch zu erklären, kaum mehr haltbar. Unmöglich wäre es jedoch nicht, daß die durch das Abkauen geänderten Spannungszustände in der Odontoblastenschicht der Pulpahörner eine besondere Verankerung des neu sich ablagernden Prädentins notwendig machen. Das, was hier als weiches und hartes Prädentin unterschieden wird, wurde von E. Hoehl (1896) mitsamt dem unverkalkten Zahnbein unter dem gemeinsamen Namen dentinogene Substanz, von J. Erdheim (1914) unter dem Namen Dentinoid zusammengefaßt, während Kantorowicz (1910) als dentinoide Substanz irreguläres Zahnbein mit spärlichen Dentinkanälchen bezeichnet.

Das in der neueren Literatur über Schmelzentwicklung sich immer mehr einbürgernde barbarische Wort »Ameloblasten« statt Schmelzzellen habe ich vermieden. Zuerst von amerikanischen Autoren gebraucht, trägt es das anscheinend echt griechische Kleid eines klassischen Fachausdruckes ganz unberechtigt. Es stammt offenbar von Enamel (Email) nach Abwerfen der Silbe En. Im Griechischen bedeutet aber »Amelos« eine Mißgeburt ohne Glieder und ist in diesem Sinn ein längst gebrauchter Fachausdruck der Teratologie. Über die Schmelzbildung gehen die Ansichten in ähnlicher Weise auseinander wie bezüglich des Dentins; doch kann hier noch weniger als beim Dentin bezweifelt werden, daß dieselben Zellen während der ganzen Entwicklung funktionieren und nicht reihenweise hintereinander verkalken. Meine Anschauung stimmt am meisten mit der von Kölliker überein, obwohl ich auch beim Schmelz den Ausdruck Sekretion als nicht ganz treffend vermieden habe. Der Schmelz entsteht als geformte Masse, ebenso direkt durch eine Metamorphose der lebenden Substanz wie Dentin und Knochen. Merkwürdig ist, daß J. Tomes, der ja das Verständnis des Schmelzbaues durch den Vergleich mit einer Honigwabe und das der Entwicklung des Schmelzes durch die Entdeckung der Fortsätze der Schmelzzellen so sehr gefördert hat, zugleich ein Mißverständnis veranlaßte, dem auch Waldeyer und noch in neuerer Zeit Ch. Tomes gefolgt sind. Nach J. Tomes soll die Verkalkung der Schmelzprismen von außen, von der Mantelzone nach innen, fortschreiten und der Fortsatz der Schmelzzelle zuletzt verkalken. Bei den Beuteltieren soll er zeitlebens unverkalkt bleiben und die Prismen sollen Röhren darstellen. Nun sind aber die Schmelzkanälchen der Beuteltiere zwischen den Schmelzprismen gelegen, wie man auch an den photographischen Abbildungen Adloffs (1914) sehen kann, und die Prismen sind solid wie bei anderen Tieren, wie ich trotz des Widerspruches von Ch. Tomes (1897) behaupten muß. Im Gegenteil ist es, wie auch Kölliker annimmt, gerade der Tomessche Fortsatz, der zuerst verkalkt, und die Ausbildung der Prismen schreitet von der Achse der Prismen gegen die Peripherie fort. Wie die Kreuzungen der Schmelzprismen und die für die mannigfaltigen Säugetierzähne typisch verschiedenen Anordnungen der Prismen in den Schmelzgürteln zustande kommen, ist nicht direkt mechanisch erklärbar, sondern vorläufig nur als spezifische, ererbte Leistung des Schmelzorgans zu betrachten. Huxley und später J. L. Williams leugneten den direkten Zusammenhang der Schmelzzellen und Schmelzprismen, letzterer insbesondere aus dem Grunde, weil die Richtung der

Schmelzzellen und -prismen nicht immer übereinstimmen, namentlich dann nicht, wenn schiefe Prismenlagen in der Bildung begriffen sind. Die Schmelzzellen stehen nämlich immer senkrecht zur jeweilig in Bildung begriffenen Schmelzoberfläche. Von der Richtigkeit dieser Angabe habe ich mich insbesondere an Serienschnitten von Nagezähnen der Ratte an den Stellen überzeugt, wo die unter fast rechten Winkeln sich kreuzenden Prismen der mittleren Schmelzlage in Bildung begriffen sind. Trotz diesem Nichtzusammenfallen von Prismenrichtung und Längsrichtung der Schmelzzellen ergeben aber die Untersuchungen, daß die Zahl der Prismen und der Schmelzzellen übereinstimmt, und daß auch hier je eine Schmelzstelle ein Prisma bildet. — Solange der Schmelz positiv doppelbrechend ist, sind die Prismen mit Farbstoffen (Purpurin, Erythrolaccin usw.) an Schliffen leicht färbbar, also für Flüssigkeiten durchdringbar. Damit hängt auch die auffällige Tatsache zusammen, daß viele Zusatzflüssigkeiten die positive Doppelbrechung stark vermindern, ja zum Teil (wie insbesondere Zimtöl, Nelkenöl, Anilinöl, Salizylaldehyd) in eine negative verwandeln, ohne die Struktur der Prismen zu verändern. Dies geht daraus hervor, daß, nach Auswaschen der genannten Flüssigkeiten in Alkohol, die ursprüngliche positive Doppelbrechung wieder hergestellt wird. Eine von den hier vertretenen wesentlich verschiedene Darstellung der Schmelzentwicklung gab in jüngster Zeit Studnička (1917). Nach diesem Forscher sollen die Schmelzzellen vor Beginn der Schmelzbildung durch zarte Büschel von Protoplasmafäden (Cytodesmen) mit dem Zahnbein sich in Verbindung setzen. Dann sollen quere Verbindungen dieser Fäden, etwas entfernt von der Oberfläche der Schmelzzellen, eine hautartige Lage herstellen, welche dem Huxleyschen Häutchen entspricht und von welchem die weitere Entwicklung des Schmelzgewebes ausgehe, das Studnička als ein exoplasmatisches, lebendes Produkt der Schmelzzellen ansieht, dem sekundär von den Schmelzzellen ausgeschiedene »Bausekrete« beigemischt werden. Die feinen Fäden der Schmelzzellen stellen, zu Büscheln vereinigt, die Tomesschen Fortsätze der Schmelzzellen dar, und die Schmelzprismen bilden sich im Anschluß an das Huxleysche Häutchen in Form von Säckchen, welche als besondere Scheiden die Prismen umschließen und an ihrer Oberfläche durch Interzellularbrücken, welche eine Art Kittsubstanz durchsetzen, mit den Säckchen beziehungsweise Scheiden der Nachbarprismen zusammenhängen. Wie weit diese Darstellung den wirklichen Embryonalstrukturen und deren Umwandlungen entspricht, ist schwer zu sagen, da Studnička sich nur auf fixierte Präparate stützen kann. Da an frischen, aber auch an gut fixierten Präparaten niemals ein Zwischenraum zwischen dem Zahnbein beziehungsweise dem Schmelz und der Innenfläche der Schmelzzellen existiert, läßt sich über die vitale Existenz der Cytodesmen und die im Leben wirklich so, wie Studnička glaubt, stattfindende Entwicklung der Huxleyschen Membran nichts Sicheres aussagen, und es ist kaum möglich, die mannigfaltigen, bei Fixierungen auftretenden Gerinnungs- und Ausscheidungsformen der zähflüssigen kolloidalen Präemailsubstanz als morphologisch präexistent oder künstlich erzeugt zu sondern. Immerhin ist es wahrscheinlich, daß den Tomesschen Fortsätzen der Schmelzzellen eine fädige Struktur zukommt, und daß auch zwischen den Prismen fädige Verbindungen zustande kommen. Studnička faßt das der Prismenentwicklung vorausgehende Bildungsprodukt der Schmelzzellen, das »Präemail«, als eine lebende, von Bausekreten erfüllte Substanz auf, in der die Prismen sich differenzieren, ohne daß jedes Prisma aus je einer Schmelzzelle hervorgehen würde. Es ist dies eine mögliche, schon von Williams (1895) ausgesprochene Ansicht, für die man die Vorgänge bei der Prismenbildung der Muschelschalen heranziehen könnte, für welche mit Sicherheit erwiesen ist, daß die Prismen aus einer anfänglich formlosen Ausscheidung der Bildungszellen hervorgehen, wobei der vitale Vorgang auf die Ausscheidung beschränkt bleibt, während die Prismenbildung ein reiner Kristallisationsprozeß ist, wie W. Biedermann (1902) in

der Zeitschrift für allgemeine Physiologie nachwies. Davon kann aber beim Schmelz nach meiner Meinung nicht die Rede sein. Bei der Schmelzentwicklung glaube ich mich überzeugt zu haben, daß auch dort, wo gekreuzte Prismenlagen, die mit den Schmelzzellen Winkel von 45° bilden, in Entwicklung sind, je eine Schmelzzelle mit je einem Prisma in Zusammenhang ist (Schneidezähne der Ratte). Die Tomesschen Fortsätze der Schmelzzellen reißen an solchen Stellen immer bei Isolationsversuchen ganz kurz ab; lassen sich dagegen an Stellen, wo die Prismen senkrecht zur Oberfläche in derselben Richtung wie die Schmelzzellen verlaufen, auf eine Strecke von 20 Mikren und darüber an Mazerationspräparaten aus Müllers Flüssigkeit isolieren. — Daß den Schmelzprismen besondere Scheiden zukommen sollen, halte ich für eine Täuschung, wie bereits auf Seite 251 bemerkt wurde. Demgemäß scheint mir auch die Vorstellung, daß jedes Prisma in einem besonderen Säckchen entstehe, nicht haltbar. — Junger Schmelz färbt sich in Chromsalzen und Chromsäure dunkelbräunlich und, wie Graf Spee nachwies, in Osmiumsäure schwarz. Es lassen sich ferner, nach Graf Spee, bereits in den Schmelzzellen Tropfen nachweisen, welche in Osmiumsäure sich schwärzen. Die Verkalkung der Zahnsubstanzen steht, wie jene der Knochen, in Abhängigkeit von nicht näher bekannten Stoffen (Hormonen), welche von den Epithelkörperchen oder Beischilddrüsen (Glandulae parathyreoideae) abgesondert werden und in den Blutstrom gelangen. Diese Abhängigkeit wurde von Erdheim (1908) an den Nagezähnen der Ratte festgestellt, bei welchen Dentin und Schmelz von dem Tage an, an welchem die Epithelkörperchen weggenommen wurden, nur mehr unvollständig verkalkten.

Die größte Verwirrung herrscht in der älteren Literatur in bezug auf die bei der Bildung der Zahngewebe in Betracht kommenden Membranen. Unter dem Namen Membrana praeformativa beschrieben Purkinje und Raschkow ein vom Zahnkeim abhebbares Häutchen, das nach Robin und Magitot und späteren Untersuchungen von v. Brunn, denen ich beistimme, eine homogene Oberflächenschicht ist, die sich dann in die erste Dentinschicht umwandelt. In neuerer Zeit wurde von F. Merkel (1909) darauf hingewiesen, daß die Membrana praeformativa nur ein Spezialfall des überall dort, wo Epithel und Bindegewebe sich berühren, vorkommenden Grenzhäutchens (Membrana terminans) sei, welches sekundär mannigfaltige Umwandlungen, insbesondere auch faserige Differenzierungen, zeigen könne. Eingehend besprechen A. und E. Lickteig (1912) die Bedeutung der Membrana praeformativa, leugnen jedoch jede Beziehung dieser Haut zur Zahnbeinbildung. Huxley hat nachgewiesen, daß auch von der Oberfläche des sich entwickelnden Schmelzes, zwischen diesem und den Schmelzzellen, ein Häutchen sich abheben lasse. Dieses Häutchen entspricht, wie J. Tomes und Kölliker annehmen, der äußersten Lage des in Bildung begriffenen Schmelzes oder, genauer ausgedrückt, den Kutikularsäumen (Deckeln, Kollmann) der Schmelzzellen, welche die Übergangszone zwischen Schmelz und Schmelzzellen darstellen, innerhalb welcher noch keine Differenzierung von Tomesschen Fasern und Zwischensubstanz stattgefunden hat. Da die Schmelzzellen am Abhang der Papillen auf das unverkalkte Dentin übergehen, so kann bei Abhebung der Häutchen durch Reagenzwirkung das Huxleysche Häutchen wie eine Fortsetzung der Membrana praeformativa erscheinen, mit welcher dasselbe keineswegs identisch ist. Es wurde aber die Sache von Huxley so aufgefaßt und demgemäß die Lehre aufgestellt, daß der Schmelz unter der Membrana praeformativa entstehe, die später zur Nasmythschen Membran (Schmelzoberhäutchen) werde. Das Huxleysche Häutchen, welches am Schlusse der Schmelzbildung entsteht, wird allerdings zum Schmelzoberhäutchen; während der Schmelzbildung selbst ist es aber nur die früheste Bildungsstufe des Schmelzes und hat mit der Membrana praeformativa nichts zu tun. Die an Huxley sich anschließende Auffassung von Kollmann, daß das Schmelzoberhäutchen während der ganzen Schmelz-

bildung als ein permanentes Gebilde in Form von »Deckelmembranen« der Schmelzzellen bestehe, durch welche hindurch der Schmelz sezerniert werde, kann ich nicht teilen; ich betrachte vielmehr die Deckelmembranen als ein immer neu entstehendes Differenzierungsprodukt der Schmelzzellen, welches weiterhin zu Schmelzprismen und Zwischensubstanz sich sondert und erst am Schlusse der Schmelzbildung zu einer wahren Membran wird. Über die verschiedenen Ansichten von der Natur des Schmelzoberhäutchens sind die Kapitel »Schmelz« (S. 325) und »Zement« (S. 353) zu vergleichen. Mit Unrecht schrieb mir G. Fischer (1909) die Meinung zu, daß das Schmelzepithel zum Schmelzoberhäutchen sich umwandle. Ich habe vielmehr bereits in Köllikers Handbuch (1899, S. 72) angegeben, daß der Rest des Schmelzorgans mit den Epithelien des Kieferrandes, beim Zahndurchbruch, verwachse.

Bemerkenswert sind in bezug auf Zahnentwicklung die Fütterungsversuche mit Krapp. Die während der Fütterung sich bildende Zahnbeinschicht färbt sich rot (wie auch der Knochen), das vor und nach der Fütterung gebildete Gewebe bleibt farblos. Aus solchen Versuchen sah schon Hunter, daß das Zahnbein in immer länger werdenden Schichten abgelagert wird. Der Schmelz färbt sich nach älteren Angaben während der Krappfütterung nicht (Du Hamel [1739] und Hunter [1772]); doch ist es in neuerer Zeit Gottlieb (1914) gelungen, Schmelz bei Tieren, durch Krapp und durch alizarinsulfosaures Natrium, vital zu färben.

Entwicklung der Zahnpulpa, der Zahnwurzeln und des Zahnhalsepithels. Während der fortschreitenden Dentinbildung verlängert sich die Zahnpapille mehr und mehr, und wenn die Krone schon nahezu fertig ist, beginnt erst die Wurzelbildung. Dementsprechend ist gegen das Wurzelende die Gewebeentwicklung noch in einem embryonalen Zustand, und dieser Zustand dauert noch geraume Zeit nach dem Durchbruch der Zähne fort, indem die definitive Wurzelspitze sich erst sehr spät bildet. Die Zahnpulpa hat unterdessen in ihrem Kronenteil schon ihre definitive Ausbildung erreicht, indem allmählich die erst reich und fein verästelten Zellen zu Bindegewebszellen mit wenigen und relativ dicken Fortsätzen geworden sind, und in der erst homogen erscheinenden Grundsubstanz ein Gewirr von feinen, leimgebenden Fibrillen entstanden ist. Gegen das Wurzelende hat aber die Pulpa noch den embryonalen Charakter und sie zeigt unter der noch weit offenen Wurzel eine kuchenartige Verdickung, die, um die Ränder der Wurzelöffnung sich umkrümmend, an das Zahnsäckchen sich anschließt (siehe Fig. 192*e*). Bis an den Rand der Wurzelöffnung ist die Dentinbildung im Gang und dementsprechend eine deutliche Odontoblastenschicht an der Oberfläche der Pulpa vorhanden. Wie zuerst A. v. Brunn nachwies, ist das Schmelzorgan formbestimmend für den ganzen Zahn, also auch für die Wurzeln. Das Schmelzorgan wächst nicht bloß, wie in älterer Zeit angenommen wurde, mit seinem Umschlagsrand so weit vor, als Schmelz gebildet wird, sondern als eine Scheide, welche aus dem äußeren und inneren Epithel des Schmelzorgans besteht, so weit, als Dentin entwickelt wird (Fig. 193 *e*), und es wird daher bei ein- und mehrwurzeligen Zähnen die ganze Wurzelbildung vorgezeichnet mit Ausnahme des kleinen Stückes der

Wurzelspitze, das nur aus Zement besteht. Diese nicht schmelzbildende Epithelscheide wird dann erst sekundär vom Bindegewebe des Zahnsäckchens durchwachsen und verdrängt, nachdem bereits Dentin gebildet ist, und nun erst durch Zementbildung substituiert.

Bei diesem Prozeß ist das Vorrücken der Epithelscheide das Primäre, und die Differenzierung der Odontoblasten bleibt hinter dem Umschlagsrand der Epithelscheide zurück. In dem Maße, als die Wurzel sich verlängert, rückt der Zahn allmählich empor und das mit dem Zahnfleisch

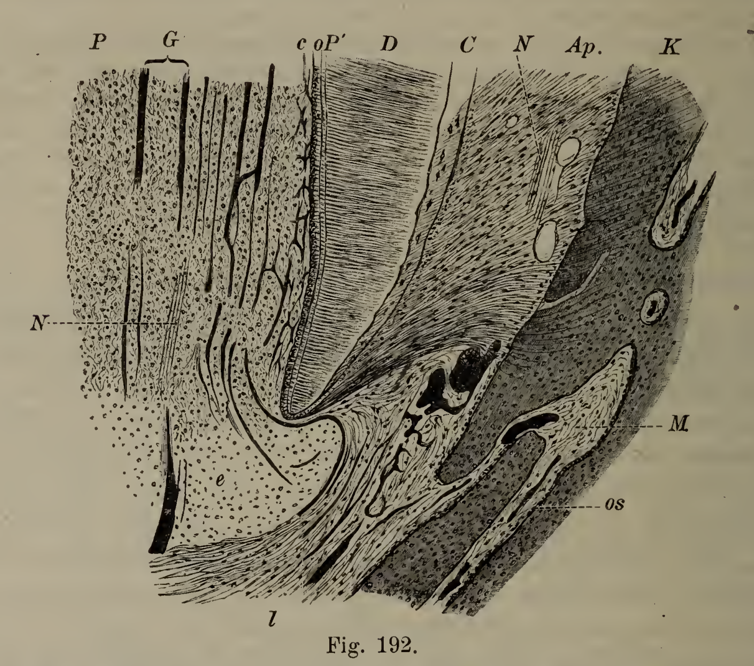


Fig. 192.

Hälfte eines Längsdurchschnittes durch die Wurzelspitze des Milchzahnes eines $3^1/_2$jährigen Kindes. *P* Pulpa. *G* Gefäße. *c* Kapillarschicht der Pulpaoberfläche. *o* Odontoblastenschicht. *P'* Unverkalktes Zahnbein. *D* Verkalktes Zahnbein. *C* Zement. *Ap* Wurzelhaut mit Gefäßlücken. *N* Nerven. *K* Knochen. *M* Mark. *os* Osteoblasten. *e* Kuchenförmige Verdickung der Zahnpulpa. *l* Lockeres Bindegewebe. Vergr. zirka 40.

verschmelzende Zahnsäckchen gelangt unter das Epithel des Kieferrandes, während gleichzeitig das Schmelzorgan über der Krone mehr und mehr verschwindet. Die weiten Interzellularräume der Schmelzpulpa werden unsichtbar, die Zellen selbst schrumpfen und werden unter Kernschwund aufgesaugt. Am längsten erhalten sich Teile des äußeren und inneren Epithels des Schmelzorgans, die bis zum Durchbruch des Zahnes bestehen bleiben. Wenn endlich die Krone durchbricht, bleiben an ihren Seitenteilen noch Epithelreste erhalten, welche sich mit dem die Papillen des Zahnfleisches bedeckenden Epithelüberzuge, der zu dieser Zeit vermehrtes Wachstum zeigt, vereinigen. Aus diesen Epithelresten des Schmelzorgans geht somit ein Teil

des Epithels hervor, welches am Zahnhals den Schmelzrand und einen Teil des Zements bedeckt (Fig. 182, S. 362).

Nachdem zuerst Ch. Tomes (1874) die merkwürdige Beobachtung gemacht hatte, daß die Zähne der Gürteltiere, obwohl schmelzlos, doch während der Entwicklung ein Schmelzorgan besitzen, erkannte A. v. Brunn (1886) zunächst an den Zähnen der Ratte und anderer Säugetiere, später auch an jenen des Menschen (1891), daß die ganze Zahnanlage, soweit Dentin sich entwickelt, von der Epithelscheide des Schmelzorgans vorgebildet wird, welche Angaben bald durch C. Röse und W. Leche Bestätigung fanden.

Entwicklung des Zements und des Knochengewebes. Die Bildung des Zements und jene des Knochengewebes von periostalem Typus sind so ähnlich, daß beide gemeinsam besprochen werden können. Letztere läßt sich am Kiefer gut verfolgen. Wo Knochenbildung im Gang ist, sieht man an Schnitten von in Müllerscher Flüssigkeit längere Zeit konservierten Präparaten zunächst an den bereits verkalkten Knochen einen glänzenden Saum angrenzen, der noch nicht verkalkte Knochensubstanz darstellt (siehe Fig. 194 *b*). In diesem Saum lassen sich bereits Fibrillen nachweisen. Aus dem Saum hervorragend, sieht man an vielen Stellen dickere und dünnere Bündel nicht verkalkter Fibrillen, welche sich in dem angrenzenden Weichgewebe verlieren und nichts anderes sind als in der Bildung begriffene Sharpeysche Fasern. Am ganzen unverkalkten Knochensaum, zwischen den meist senkrecht zu diesem abgehenden Sharpeyschen Fasern liegen ziemlich große Zellen von fast epithelartigem Aussehen, die Osteoblasten (Gegenbaur), osteal cells (Tomes und De Morgan). Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man, daß die Osteoblasten zum Teil mit ihrem Protoplasma sich in der unverkalkten Knochensubstanz verlieren. Die Osteoblasten sind von mannigfaltiger Form, oft ziemlich lang, mit einem verschmälerten Ende dem Knochen zu-, mit einem verbreiterten Ende, das den Kern enthält, von diesem abgewendet. Sie sind größer und protoplasmareicher als die gewöhnlichen Bindegewebszellen (Inozyten) und färben sich mit basischen Farbstoffen. Ihre vollentwickelten Formen zeigen regelmäßig eine Vakuole unter dem Zellkern,

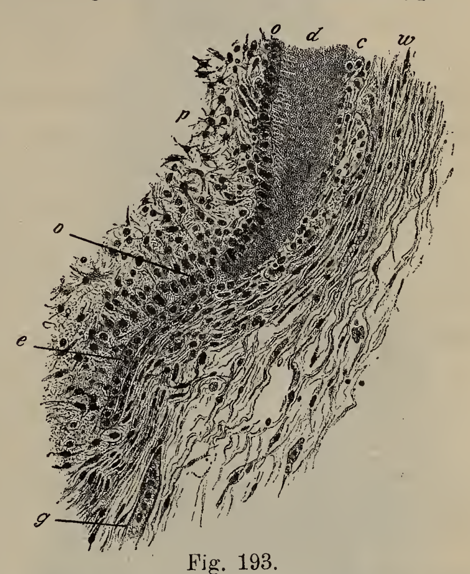


Fig. 193.

Längsschnitt durch ein noch offenes Wurzelende vom zweiten, eben im Durchbruche begriffenen Milchmahlzahn des Oberkiefers eines $2^1/_2$jährigen Kindes. Vergr. 200. *c* Zementbildner und Reste der Epithelscheide. *d* Noch unverkalktes Dentin. *e* Epithelscheide. *g* Blutgefäß. *o* Odontoblasten. *p* Pulpa. *w* Faseriges Bindegewebe der Wurzelhaut bzw. des Zahnsäckchens.

ähnlich wie die Plasmazellen des Bindegewebes. Einzelne Osteoblasten sind teilweise oder ganz von Knochensubstanz umschlossen und werden so zu Knochenzellen. Die Entwicklung der Knochensubstanz ist in ähnlicher Weise aufzufassen wie jene des Dentins; jedoch ist hier der wesentliche Unterschied, daß nicht alle Zellen an einer Seite beständig fortwachsend Grundsubstanz bilden. Einzelne Zellen werden vielmehr in die Grundsubstanz eingeschlossen, stellen ihr eigenes Wachstum — das ist hier Volumvermehrung unter darauffolgender teilweiser Umwandlung in Grundsubstanz — ein und werden zu Knochenzellen. Sie liegen dann zunächst in Höhlen (Lakunen) der Grundsubstanz des Knochens, welche leicht zackig erscheinen, aber noch keine Ausläufer (Knochenkanälchen) zeigen. Letztere erscheinen erst sekundär und ihre Bildung geht wohl von dem Protoplasma der Knochenzellen aus. Nach außen von der Osteoblastenlage findet sich ein gefäßreiches, abgesehen von Ausstrahlungen der Sharpeyschen Fasern, an Fibrillen armes, von rundlichen, länglichen und verästelten Zellen durchsetztes Bindegewebe, an welches sich dann noch weiter nach außen die aus derberen Bündeln gebildete Faserschicht des Periostes anschließt. Ein ähnliches lockeres Gewebe, wie unter der Faserschicht des Periostes, erfüllt auch die Maschen zwischen den Knochenbalken des wie ein Netzwerk angeordneten Knochens. In den kleineren Räumen, die zum Teil Haversschen Kanälen in der Anlage entsprechen, findet sich nur dieses Gewebe; in größeren kommt es aber auch zur Anhäufung von rundlichen Markzellen oder selbst zur Ausbildung typischen Markgewebes wie in den Markhöhlen von Röhrenknochen.

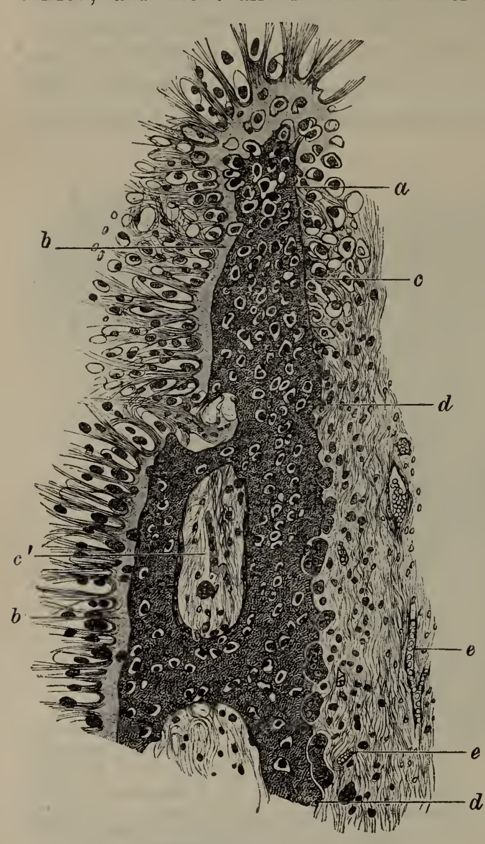


Fig. 194.

Alveolarrand am Querschnitt des Unterkiefers von einem viermonatlichen Embryo. *a* Knorpelähnlicher Knochen, nach aufwärts in Knorpel übergehend. *bb* Unverkalkter Knochen, mit Sharpeyschen Fasern in Bildung, an der fazialen Seite. *c* Aplastische Knochenoberfläche. *d d* Resorptionsfläche mit Gruben und eingelagerten Ostoklasten an der lingualen Seite. *c'* Markraum. *e* Blutgefäße. Vergr. zirka 120.

Die Zementbildung verhält sich im unteren Teil der Wurzel, soweit Knochenzellen in dieselbe eingeschlossen werden, wie die Knochenbildung. Es sind Osteoblasten, hier wohl auch Zementoblasten genannt, von welchen die auf das Zahnbein sich auflagernde Gewebebildung ausgeht, und das ursprüngliche Zahnsäckchen wandelt sich in ein dem Periost des Knochens vergleichbares Blastem um. Das zellenfreie Zement wird ebenfalls von Osteoblasten gebildet, ohne daß jedoch einzelne derselben in die Grundsubstanz des Zements eingeschlossen werden. Bemerkenswert ist, daß bei der Zementbildung öfter auffallend abgeplattete Osteoblasten zur Beobachtung kommen; doch findet sich Ähnliches auch bei der Bildung rein lamellösen Knochens, wie er in nachembryonaler Zeit gebildet wird (siehe Fig. 196 *os*). Wie es kommt, daß im Zement eine zur Zahnbeinoberfläche senkrechte Faserung entsteht, ist ebenso noch weiterer Untersuchungen bedürftig wie die Tatsache, daß die Grundsubstanz des periostalen Knochengewebes bei Embryonen ein grobfaseriges, geflechtartiges, nicht deutlich lamellöses Ansehen zeigt, während nach der Geburt mehr und mehr regelmäßig lamellöser Knochen entsteht. Die Entwicklung Sharpeyscher Fasern ist am Zement sehr massenhaft; sie gehen später durch Vereinigung mit Sharpeyschen Fasern, welche aus der Alveolarwand entspringen und als unverkalke Fasern das lockere Bindegewebe durchsetzen, das zwischen Alveolarwand und Zement gelegen ist, in die eigentümlichen Fasern der Wurzelhaut über. Nach außen von der Zement bildenden Gewebsschicht sieht man da und dort kugelige oder strangartige Anhäufungen epithelialer Zellen; vielleicht Reste der Epithelscheide v. Brunns, zum Teil auch wohl des äußeren Epithels des eigentlichen Schmelzorgans.

Während der Ausbildung des Zahnes bis zum Durchbruch kommen am Knochen stets auch Resorptionsprozesse vor. Schon während des Embryonallebens, schon zu der Zeit, wo die Verzahnung beginnt, findet an den Kieferanlagen neben Knochenneubildung auch Zerstörung des kaum gebildeten Gewebes statt, und zwar namentlich an den den Zähnen zugewendeten Flächen der Knochenwände, als ob für die sich entwickelnden Zähne Raum geschaffen werden müßte, während an den äußeren Flächen, namentlich an der fazialen Seite der Kiefer, im allgemeinen Knochenbildung vorhanden ist. Histologisch sind Knochen, an welchen Resorption stattfindet, durch folgende Charaktere kenntlich:

1. Die Resorptionsfläche ist von rundlichen Gruben (Howshipschen Lakunen) durchsetzt, welche am Durchschnitt mit ihrer Konvexität in die Knochensubstanz eingreifen, während gegen das Weichgewebe mehr weniger ausgeprägte Zacken einspringen, welche den Durchschnitten von Firsten zwischen den Gruben entsprechen (siehe Fig. 194 *dd* und Fig. 195, wo Resorptionsgruben im Zahnbein und Schmelz dargestellt sind).

2. Der histologische Bau des Gewebes ist durch die Gruben unterbrochen, was allerdings nur im lamellösen Knochen durch regellose Unterbrechungen der Lamellen deutlich hervortritt.

3. Es fehlt am Knochenrand die unverkalkte Schicht, wie besonders an gefärbten Schnitten gut zu sehen ist.

4. Es fehlen die Osteoblasten.

5. In vielen Gruben, wenn auch nicht in allen, liegen, dieselben ausfüllend, große, vielkernige, bis zu 40—90 Mikromillimeter im Durchmesser erreichende körnige Protoplasmamassen, die Ostoklasten (Kölliker) (siehe Fig. 194 *dd*).

6. Das angrenzende Weichgewebe erscheint meistens derbfaseriger als das Knochenbildungsgewebe und enthält da und dort auch noch Ostoklasten, welche nicht unmittelbar dem Knochen anliegen. Einzelne Blutgefäße reichen dicht bis an den Knochen.

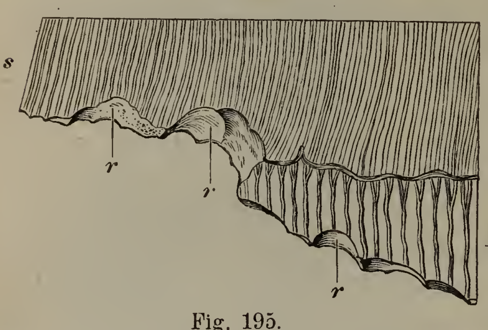


Fig. 195.

Schnitt von einem Milchzahn, dessen Dentin (*D*) und Schmelz (*s*) teilweise resorbiert sind. *r*, *r* Resorptionsgruben. Kopie nach J. Tomes (1859).

Die Zerstörung des Knochens geht von den Weichgeweben aus, da, wie die Resorptionsvorgänge an den ausfallenden Milchzähnen zeigen, das Zahnbein und, was noch wichtiger ist, auch der Schmelz (siehe Fig. 195) dieselben Resorptionsgruben zeigen wie Knochen. In allen Fällen sind Ostoklasten in denselben; diese können daher auf keinen Fall aus dem resorbierten Gewebe selbst stammen. Was ihre Herkunft anlangt, so ist in vielen Fällen ein Zusammenhang der Ostoklasten mit Blutgefäßen sicher nachzuweisen, und es ist wahrscheinlich, daß sie aus einer eigentümlichen Metamorphose von Endothelzellen der Blutgefäße hervorgehen. Wenn Knochen resorbiert werden, aus welchen Sharpeysche Fasern hervortreten, die sich in Bindegewebsbündel fortsetzen, so werden diese Bündel vom Knochen losgelöst. Dieser Fall kommt an den Bündeln der Wurzelhaut öfter zur Beobachtung. Hört ein Knochenresorptionsprozeß auf, so wandelt sich die Resorptionsfläche in eine aplastische, d. i. ruhende Knochenfläche um, an welcher weder Anbildung noch Zerstörung stattfindet. Eine solche aplastische Fläche unterscheidet sich dann durch das Fehlen der Ostoklasten von einer Resorptionsfläche. Es gibt aber auch aplastische Knochenflächen, an welchen die Knochenbildung aufhört, ohne daß Resorption auftritt. Solche aplastische Flächen zweiter Art unterscheiden sich dann von einer Fläche mit Knochenanbildung durch das Fehlen des unverkalkten Knochen-

randes und der Osteoblasten (siehe Fig. 194 *c*). Resorptionsflächen können, nachdem sie einige Zeit aplastisch waren, wieder zu Knochenappositionsflächen werden. Es bildet sich neuerdings eine Osteoblastenschicht, und auf den zerstörten Knochen lagert sich ein neugebildeter auf. In diesem Fall bleibt stets die ursprüngliche Resorptionsfläche an Durchschnitten als eine Linie (Kittlinie) kenntlich, welche die Unterbrechung der Struktur an der Grenze von altem und neuem Knochen deutlich zeigt (siehe Fig. 196 *kt*). Solche Kittlinien findet man in den Alveolarfortsätzen der Kiefer massenhaft; sie finden sich aber auch im Zement, zum Teil im Zahnbein selbst, wenn Resorptionslücken, welche dasselbe erreicht haben, wieder ausgefüllt werden (Fig. 180).

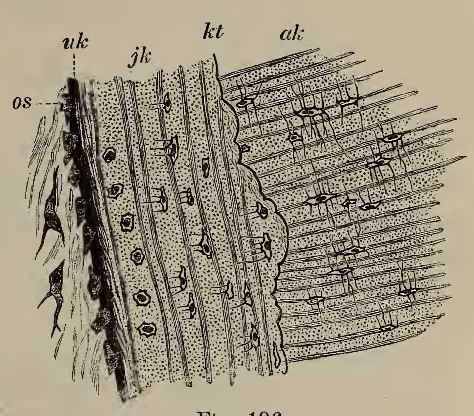


Fig. 196.

Schnitt vom Unterkiefer eines vierjährigen Kindes. *ak* Alter Knochen. *kt* Kittlinie. *jk* Junger Knochen. *uk* Unverkalkter Knochen. *os* Osteoblasten. Vergr. zirka 250.

Außer den Resorptionsprozessen durch Ostoklasten kommen im Knochen, namentlich häufig an den Kiefern, Zerstörungen des Knochengewebes durch auswachsende Gefäße vor, welche Kanäle durch kompakte Knochensubstanz graben (Volkmannsche Kanäle, durchbohrende Gefäße). Solche durchbohrende Gefäße sind von einem zartfaserigen, nicht sehr zellenreichen Gewebe umhüllt, und die Minierarbeit solcher Gefäße wird mikroskopisch daran erkannt, daß sie die Knochenstruktur unterbrechen, ganze Lamellenzüge oft senkrecht durchsetzen, Knochenlakunen seitlich eröffnen, Faserzüge des Knochens förmlich durchschneiden usw. Außer in den Alveolarwänden finden sich durchbohrende Gefäße mitunter sekundär in verdicktem Zement; manchmal durchbohren sie auch das Zahnbein und dringen bis in die Pulpahöhle. Die Konturen der durchbohrenden Gefäßkanäle erscheinen oft fast glatt oder uneben, buchtig, doch nicht so charakteristisch, wie dies meistens bei Resorptionsflächen durch Vermittlung von Ostoklasten der Fall ist. Auch in durchbohrenden Gefäßkanälen kann sekundär wieder Knochenbildung auftreten, und die ursprünglich durch Resorption entstandene Wand erscheint dann an Durchschnitten ebenfalls als Kittlinie.

Während der embryonalen Entwicklung der Alveolarränder des Unterkiefers findet dort, an der fazialen Seite, ein eigentümlicher Prozeß statt. An Stelle gewöhnlichen, embryonalen Knochengewebes tritt allmählich ein Knochen auf, der wenig Grundsubstanz und große rundliche Zellen enthält und dadurch knorpelähnlich wird (siehe Fig. 194 *a*, S. 392), und endlich

schließt sich daran wirklicher, wahrer Hyalinknorpel. Es ist dies ein ganz ähnlicher Prozeß, wie er auch am Gelenk- und Kronenfortsatz sowie am Winkel des Unterkiefers auftritt. Man hat diesen direkten Übergang von Knochen in Knorpel so aufgefaßt, als ob der Knochen durch allmähliche Umwandlung aus Knorpel hervorgehe (Metaplasie); indessen ist zunächst offenbar, daß der Knochen früher auftritt als der Knorpel. Der Übergang kommt dadurch zustande, daß, anschließend an den Knochen, direkt aus dem embryonalen Blastem ein immer mehr knorpelähnliches Gewebe gebildet wird, das aber niemals zu wahrem Knochen wird, sondern als solches bald wieder der Zerstörung anheimfällt. Während der Alveolarrand als eine Art Knorpel fortwächst, wird ihm, unter dem Wachstumsrand, von außen dann wieder wahrer Knochen aufgelagert, während er von innen, von der Zahnseite her, sehr bald wieder resorbiert wird. Nach den Angaben Magitots sowie v. Brunns spielt Knorpelgewebe auch bei der Bildung des Kronenzements gewisser Tiere eine Rolle; indessen handelt es sich hier in der Regel um ein großzelliges Knochengewebe, das mehr oder weniger knorpelähnlich ist. Beim Menschen, dessen Zähnen das Kronenzement fehlt, ist keinerlei Knorpelbildung bei der Zemententwicklung zu bemerken.

Die Besprechung der Knochenentwicklung gehört, strenge genommen, nicht mehr in das Gebiet der Histogenese der Zahngewebe; doch glaubte ich eine kurze, mehr dogmatisch gehaltene Darstellung der Knochenbildungs- und namentlich auch der Resorptionsprozesse geben zu sollen, da letztere nicht nur während der Zahnentwicklung, sondern insbesondere während der Dentition und bei pathologischen Prozessen eine hervorragende Rolle spielen. Anschließend an seine Untersuchungen über die Entwicklung des Zahnbeins hat v. Korff (1906) auch eine analoge Darstellung der Entwicklung des Knochengewebes gegeben. Nach v. Korff soll alle Knochenentwicklung primär aus verfilzten oder in Bündeln sich durchflechtenden Bindegewebsfibrillen hervorgehen, die sekundär dadurch zu Knochengewebe werden, daß die seit Gegenbaurs Untersuchungen als Knochenbildungszellen oder Osteoblasten bezeichneten Elemente lediglich die kalkhaltige Kittsubstanz abscheiden sollen, welche die Fibrillen des Knochengewebes verbindet. Dagegen sollen die leimgebenden Fibrillen des Knochens von Bindegewebszellen, welche, außerhalb des Knochengewebes, ihre Lage im periostalen Bindegewebe haben, gebildet werden. Zu dieser unhaltbaren Darstellung über die Knochenentwicklung kann man nur kommen, wenn man, wie v. Korff, ausschließlich die periostale Knochenentwicklung bei Säugetierembryonen untersucht, bei welcher das von Gegenbaur als Wurzelstock, von mir als geflechtartig bezeichnete Knochengewebe, in welchem Sharpeysche Fasern, die in großer Zahl in Bindegewebsbündeln des Periostes sich fortsetzen, das Bild beherrschen. Aber selbst an diesen täuschenden Objekten kann man als primäre Anlage der Knochenbälkchen dicht aneinander schließende Osteoblasten, zwischen welchen keine Bindegewebsfibrillen zu sehen sind, feststellen. Völlig unhaltbar wird die v. Korffsche Darstellung gegenüber den Bildern, die man bei Untersuchung der Entwicklung des endochondralen und des rein lamellösen Knochengewebes erhält. Der endochondrale Knochen lagert sich in die Resorptionslücken des verkalkten Knorpels ein, in welchen keine Spur von Bindegewebsfibrillen oder Bündeln von solchen zu sehen ist. In diesen Lücken treten primär aus dem Markgewebe stammende Osteoblasten auf, welche direkt

auf die Wand der meist halbkugeligen Resorptionslücken eine erst unverkalkte, anscheinend strukturlose, dann aus regellos verfilzten Fäserchen bestehende, weiterhin verkalkende Masse ablagern, an welche dann lamellöse, verknöchernde Faserschichten sich anschließen, in welche keinerlei Sharpeysche Fasern eingeschlossen werden. Ganz analoge Bilder findet man auch in späteren Stadien der periostalen Knochenbildung, sobald die schon frühzeitig auftretenden Resorptionsprozesse den primären, periostalen, geflechtartigen Knochen zu zerstören beginnen und an den freien Oberflächen, besonders aber an den Haversschen Gefäßkanälen, rein lamellöses Knochengewebe auf den Resorptionsflächen sich ablagert. An den äußeren, periostalen Knochenflächen dauert an vielen Stellen die Bildung Sharpeyscher Fasern während der ganzen Zeit der Knochenentwicklung an, und der Übergang von Bindegewebsbündeln aus dem bedeckenden Periost beziehungsweise von Bindegewebe in das Knochengewebe ist selbstverständlich vor allem überall dort vorhanden, wo Sehnen und Bänder in den Knochen einstrahlen. Dagegen sind Sharpeysche Fasern im lamellösen Knochengewebe, welches Haverssche Kanäle auskleidet, im späteren Wachstum eine große Seltenheit, und daher die Trugbilder, auf welche sich die v. Korffsche Darstellung der Osteogenese stützt, im Bereich der Haversschen Gefäßkanäle nur bei Embryonen und Kindern beziehungsweise jungen Tieren zu finden. Auf die Einseitigkeit und, infolgedessen, auf das Unzureichende des Materials, auf welches sich die v. Korffsche Darstellung der Knochenentwicklung stützt, hat insbesondere Neugebauer (1910), ein Schüler Triepels, hingewiesen. J. Tomes hat (1859) an ausfallenden Milchzähnen die ersten eingehenden histologischen Studien über Resorptionsprozesse gemacht, welche sich an die für die ganze Knochenhistologie so wichtige Arbeit von J. Tomes und De Morgan (1853) anschlossen. In neuerer Zeit besprachen v. Metnitz, Struiken, Treuenfels (1901), Kallhardt (1904) und G. Fischer (1909) die Resorptionsprozesse an den Milchzahnwurzeln. Dieselben gehen vom Zahnsäckchen des bleibenden und von der Wurzelhaut des Milchzahnes, überhaupt von allen Geweben, die ihn umgeben, aus, wozu sich schließlich innere Resorption, von der Pulpa des Milchzahnes her, hinzugesellt. In bezug auf weitere Einzelheiten der Knochenentwicklung und Resorption verweise ich auf die histologischen Handbücher sowie auf die bei W. Engelmann in Leipzig erschienenen »Vorlesungen über Histologie« von Professor J. Schaffer.

Ausführlichere Angaben über die Zemententwicklung sowie über die Histologie und Histogenese der Zahngewebe überhaupt gab ich im III. Band der 6. Auflage von Köllikers Gewebelehre (1899). Die sogenannte metaplastische Ossifikation des Unterkiefers behandelte eingehend J. Schaffer (Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XXXII, 1888), allerdings nur in bezug auf den Kronen- und Gelenkfortsatz; doch sind die histologischen Vorgänge am Alveolarfortsatz ganz dieselben wie an den genannten Orten.

Literatur.

In der dritten Auflage dieser »Histologie der Zähne« wurde, in Fortsetzung der Literaturverzeichnisse der früheren Auflagen, eine chronologische Zusammenstellung der einschlägigen Literatur bis zum Jahre 1907 mitgeteilt. Mit Rücksicht auf den der »Histologie der Zähne« in diesem Handbuch zugewiesenen Raum mußte bei dem fortdauernden Anschwellen der Literatur darauf verzichtet werden, ein in der bisherigen Weise ergänztes Literaturverzeichnis abzudrucken. Ich habe mich daher darauf beschränkt, im folgenden nur diejenigen seit dem Jahre 1907 erschienenen Abhandlungen aufzuführen, auf welche im Text unter Anführung von Autorname und Jahrzahl hingewiesen wurde.

1907. Fischer G., Über die feinere Anatomie der Wurzelkanäle menschlicher Zähne. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 21. Jahrg., S. 544.

1908. Erdheim J., Tetania parathyreopriva. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie Bd. XVI. — Fischer G. und Landois F., Zur Histologie der gesunden und kranken Zahnpulpa mit besonderer Berücksichtigung ihrer harten Neugebilde. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen Heft 7/9. — Fleischmann L., Über die Entwicklung der Dentikel. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Heft III. — Law W. J., On the termination of the nerves in the teeth of mammalia. Brit. Journ. of Dent. Sc. Vol. 51.

1909. Boedecker C. F., Vorläufige Mitteilung über organische Gebilde im menschlichen Zahnschmelz. Anatomischer Anzeiger 34. Bd., S. 310. — v. Ebner V., Über scheinbare und wirkliche Radiärfasern des Zahnbeins. Anatomischer Anzeiger 34. Bd., S. 289. — Fleischmann L., Eine einfache Methode zur Darstellung der organischen Bestandteile des Zahnschmelzes. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie usw. Bd. XXV, 1908, p. 316. — Fischer G., Beiträge zum Durchbruch der bleibenden Zähne und zur Resorption des Milchgebisses nebst Untersuchungen über die Genese der Osteoblasten und Riesenzellen. Anatomische Hefte Bd. 38, S. 617—725. — Merkel Fr., Betrachtungen über die Entwicklung des Bindegewebes. Anatomische Hefte 38. Bd., Heft 115, S. 323. — Römer O., Atlas der pathologisch-anatomischen Veränderungen der Zahnpulpa nebst Beiträgen zur normalen Anatomie von Zahnbein und Pulpa beim Menschen. Freiburg i. Br. — Studnička F. K., Zur Lösung der Dentinfrage. Bemerkungen zu den Arbeiten von K. v. Korff und V. v. Ebner. Anatomischer Anzeiger 34. Bd., S. 481. — Schweitzer G., Über die Lymphgefäße des Zahnfleisches und der Zähne beim Menschen und bei Säugetieren. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. LXIX, S. 807 (1907), und ebenda Bd. LXXIV, S. 927 (1909).

1910. Masur A., Die Bindegewebsfibrillen der Zahnpulpa und ihre Beziehungen zur Dentinbildung. Anatomische Hefte 40. Bd., S. 397. — Neugebauer, Kritisches zur v. Korffschen Hypothese über die Entwicklung des Knochens. Ebenda S. 871. — Kantorowitsch Alf., Zur Histogenese des Dentins, insbesondere des Ersatzdentins. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 28. Jahrg., S. 545. — Shmamine T., Das sekundäre Zement. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen Heft 13.

1911. Baumgartner E., Über das Wesen der Zahnkaries mit besonderer Berücksichtigung der Histologie des gesunden und kariösen Zahnschmelzes. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde S. 321. — Fleischmann L., Die praktische Bedeutung des irregulären Dentins. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie Heft 5.

1912. Lickteig A. und E., Beitrag zur Kenntnis der Anlage und Entwicklung der Zahnbeingrundsubstanz der Säugetiere. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. LXXX, S. 117. — Mummery J. H., On the distribution of the nerves of the dental pulp. Proceed of the Royal Soc. London Ser B Vol. 85, No. 5/6, pag. 79.

1913. Ahrens H., Die Entwicklung der menschlichen Zähne. Anatomische Hefte 48. Bd., Heft 145. — Derselbe: Die Entstehung des Schmelzstranges im Schmelzorgan von Schweineembryonen. Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. — Bolk L., Die Ontogenie der Primatenzähne. Jena. — Dependorf, Beiträge zur Innervierung der menschlichen Pulpa und des Dentins. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 31. Jahrg., S. 570. — Derselbe: Nervenverteilung in der Wurzelhaut des Menschen. Ebenda, S. 853. — Zsigmondy O., Über die Retziusschen Parallelstreifen im menschlichen Schmelz. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie 11. Jahrg., 7. und 8. Heft.

1914. Adloff P., Zur Frage der Kittsubstanz der Schmelzprismen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde S. 454. — Erdheim J., Rachitis und Epithelkörperchen. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 90. Bd., S. 363—683. — Fritsch C., Untersuchungen über den Bau und die Innervierung des Dentins. Archiv für mikroskopische Anatomie LXXXIV. Bd., I. Abt., S. 307. — Gottlieb B., Die vitale Färbung kalkhaltiger Gewebe. Anatomischer Anzeiger 46. Bd., S. 179. — Walkhoff O., Über den feineren Bau der Dentinkanälchen. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde S. 23. — Wetzel G., Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte usw. Jena 1914.

1915. Feiler, Zur Anatomie des Foramen apicale. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 33. Jahrg., S. 26. — Gottlieb B., Untersuchungen über die organische Substanz im Schmelz menschlicher Zähne. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift 31. Jahrg., S. 14.

1916. Asper H., Über die braune Retziussche Parallelstreifung im Schmelz der menschlichen Zähne. Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Nr. 4. — Walkhoff O., Normales und transparentes Zahnbein. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 37. Jahrg., S. 451.

1917. Heß W., Zur Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Gebisses mit Berücksichtigung der feineren Verzweigungen am Foramen apicale. Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde Bd. 27, S. 1. — Kraus M., Über die leimgebende Natur der Fasern der Zahnpulpa. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 126. Bd., III. Abt., S. 46. — Studnička F. K., Über die Histogenese der Schmelzschicht der Säugetierzähne. Anatomischer Anzeiger 50. Bd., S. 225.

1918. v. Rottenbiller E., Zur Frage der Wurzelkanalramifikationen. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 34. Jahrg., S. 12.

1919. Heß W., Kritik der Befunde v. Rottenbillers. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 35. Jahrg., S. 44. — v. Rottenbiller, Erwiderung auf die Kritik von W. Heß. Ebenda, S. 48.

Physiologie der Mundhöhle.

Von

Alois Kreidl.

Einleitung.

Die Mundhöhle ist der Raum, welcher vorn von den Lippen, seitlich von der Wangenschleimhaut, oben vom harten Gaumen und unten von den Muskeln des Mundhöhlenbogens begrenzt wird.

In dieser Höhle ist eine Anzahl von Organen untergebracht, so die Zähne, die Zunge, Mündungen von drüsigen Organen und Drüsen selbst.

Eine Physiologie der Mundhöhle hat nun die Leistung aller der in derselben untergebrachten Organe zu erbringen, und würde also in eine Physiologie der Zähne, der Zunge, der Mundschleimhaut, der Drüsen und der Sinnesorgane usw. zerfallen.

Da jedoch die Mundhöhle mit den in ihr vorkommenden Gebilden einerseits den Anfangsteil des Verdauungsrohres, anderseits die Eingangspforte für die Atmungswege darstellt und auch an der Stimm- und Sprachbildung beteiligt ist, so läßt sich eine Physiologie der Mundhöhle auch in der Weise geben, daß man gesondert die Rolle der Mundhöhle in ihrer Beziehung zur Nahrungsaufnahme, zur Atmung sowie zur Stimme und Sprache erörtert.

In den folgenden Zeilen ist der letztere Weg eingeschlagen worden, wobei hauptsächlich die Rolle der Mundhöhle des Menschen und der höheren Säugetiere zur Besprechung gelangt.

Mundhöhle und Ernährung.

Alle Speisen und Getränke passieren normalerweise als erste Station die Mundhöhle, wo sie einerseits geprüft und sortiert, anderseits derart verändert werden, daß sie den übrigen Verdauungsdrüsen im Körper in weiterer Folge zur Verarbeitung übergeben werden können. Der Mundhöhle und den in derselben untergebrachten Organen fällt daher die Aufgabe zu, die Nahrung

in den Organismus aufzunehmen, auf dieselbe entsprechenderweise mechanisch und chemisch zu wirken und sie durch zweckmäßige Vorkehrungen weiterzubefördern. Wiewohl die beiden Arten der Tätigkeit, d. i. die mechanische und chemische Wirkung der Verdauung in der Mundhöhle, in ganz bestimmtem Grad voneinander abhängig sind, weil die chemische Einwirkung nur sich entfalten kann, wenn die Nahrungsstoffe auch erst mechanisch bearbeitet sind, anderseits die mechanische Leistung eine chemische Veränderung der Nahrungsstoffe zur Voraussetzung hat, so sollen doch im folgenden diese Tätigkeiten einer gesonderten Betrachtung unterworfen werden, wobei in einem Abschnitt zuerst die Vorgänge bei der Zufuhr der Nahrung, dann jene bei der mechanischen Tätigkeit und daran anschließend die chemische Veränderung besprochen werden.

Nahrungsaufnahme und Kautätigkeit.

Die Nahrung wird den Menschen und Tieren entweder in flüssiger oder fester Form geboten; für beide Formen derselben müssen demnach Vorkehrungen getroffen sein, sie in die Mundhöhle zu bringen. Bis zu einem gewissen Lebensalter ist die Nahrung ausschließlich flüssig, und in dieser Periode sind die Einrichtungen, welche für die Aufnahme von flüssiger Nahrung gegeben sind, allein in Verwendung. Diese Art der Nahrungsaufnahme wird beim stillenden Kind Saugen genannt; hierbei wird die Brustwarze von den Lippen fest umschlossen, was insbesondere durch den Mangel an Zähnen und durch besonders entwickelte gefäßreiche Vorkehrungen am Zahnfleischrand unterstützt wird. Hierbei liegt die Zunge dem harten Gaumen an, und nach hinten wird ein Abschluß der Mundhöhle durch Anlegen des Gaumensegels an den Zungengrund erzielt. Eine Erweiterung der Mundhöhle hat unter solchen Bedingungen eine Luftverdünnung in dem Saugraum zur Folge. Diese Erweiterung geschieht durch Zurückziehen der Zunge oder Senken des Unterkiefers oder durch Zug der Zunge nach unten. Säuglinge bringen einen negativen Druck von $33^1/_2$ *cm* Wasser zustande. Auch beim Erwachsenen wird gelegentlich flüssige Nahrung durch Saugen in die Mundhöhle eingebracht. Das Saugen Erwachsener erfolgt jedoch etwas anders als das der Säuglinge. Der Mundraum wird nicht gegen die Luftwege abgesperrt, sondern steht mit ihnen in Verbindung. Der Abschluß zwischen Nase und Mundraum ist dagegen ein vollkommener. Die Kraft des Ansaugens beim Erwachsenen ist unter Umständen sehr groß und kann durch wiederholtes Ansaugen ein negativer Druck von bis 700 *mm* Quecksilber erzielt werden. Die Art des Einführens der flüssigen Nahrung beim Erwachsenen nennt man Einschlürfen. Dabei ist notwendig, daß die Lippenränder an die Oberfläche der Flüssigkeit angelegt werden. Wenn man Flüssigkeiten durch Einsaugen in die Mundhöhle einnimmt (trinken), so

wird der Mund halb geöffnet und durch die rinnenförmig gestaltete Unterlippe in die Mundhöhle übergeleitet[1]. Die beim Trinken auf einmal in den Mund aufgenommene Menge beträgt beim Menschen ungefähr 10—15 cm^3 und ist für die betreffenden Personen in der Regel konstant.

Die festen Nahrungsmittel werden mit den Lippen und den Zähnen ergriffen und zunächst ein größeres Stück abgebissen, wobei in erster Linie die Schneidezähne in Betracht kommen. An diese vorbereitende Tätigkeit der groben Zerteilung der Speisen, die durch das Abbeißen und Zerreißen der Nahrung geschieht, schließen sich dann die eigentlichen Kaubewegungen an, die zu einer Zerkleinerung der Nahrungsmittel führen. Die Beißbewegungen bestehen in Heben und Senken des Unterkiefers, während bei den Kaubewegungen gleichzeitig Bewegungen der Zungen- und der Wangenmuskulatur erfolgen, durch welche die Nahrungsstücke mehrmals zwischen die Zahnreihen gebracht werden. Das Zerkleinern der Speisen bei den Kaubewegungen geschieht wesentlich zwischen den Backen- und Mahlzähnen. Die Form des Gebisses ist bei den einzelnen Tierarten sehr verschieden, und auch die Art der Kieferbewegung hat sich der Nahrung sowohl wie den besonderen Lebensbedingungen angepaßt[2]. Die Funktion der Zähne ist bei den verschiedenen Tieren auch nach der Art der Nahrung verschieden. Beim Menschen hat das Gebiß eine Mittelform zwischen Raubtier und Pflanzenfresser, da die Nahrung sowohl abgebissen wie auch zerrissen und gekaut werden muß. Beim Raubtier fällt das Kauen fast ganz weg; das mit Hilfe der Schneide- und Eckzähne zerrissene Stück wird fast ohne jede Kauarbeit verschluckt. Bei den Pflanzenfressern haben dagegen die Zähne wieder vorwiegend Kauarbeit zu leisten. Dieser verschiedenartigen Verwendung des Gebisses ist auch die Kieferbewegung mehr oder weniger angepaßt. Dort, wo es sich um eine intensive Kauarbeit handelt, werden bei der Kaubewegung gleichzeitig Verschiebungen des Unterkiefers von vorn nach hinten und auch in seitlicher Richtung ausgeführt; insbesondere beim Wiederkäuer wird der Unterkiefer kreisförmig gegen den Oberkiefer bewegt. Diesen Bewegungstypen entspricht bei den verschiedenen Tierarten auch ein verschiedener Bau des Kiefergelenks. Dort, wo, wie bei den Raubtieren, nur ein Beißen und Abreißen stattfindet, ist das Kiefergelenk ein Scharnier-

---

[1] Bei verschiedenen Tieren geschieht die Aufnahme flüssiger Nahrung auch unter Zuhilfenahme der Zunge. So löffelt sich der Hund das Wasser mit der Zunge in das Maul, und die Katze leckt mit ihrer Zunge die Flüssigkeit auf.

[2] Das Kiefergelenk zeigt Vorrichtungen, die es sowohl zum Kauen wie zum Sprechen besonders geeignet machen. Das Öffnen und Schließen des Mundes geschieht um eine horizontale Achse, die beiderseits durch das Foramen maxillae int. geht. Das Vor- und Zurückziehen der Zahnreihen geschieht bogenförmig, um eine horizontale Achse, die beim Menschen durch die inneren Augenwinkel geht. Die seitliche Bewegung erfolgt um eine zwischen den beiden Kondylen gelegene Achse.

gelenk, während bei den Wiederkäuern der Gelenkkopf des Unterkiefers in einer flachen Pfanne des Oberkiefers frei verschieblich ist.

Die beim Kauakt beteiligten Muskeln nennt man Kaumuskeln. Dieselben setzen sich zusammen aus den Muskeln, welche die Kieferbewegung besorgen, aus jenen, welche Lippen und Wangen bewegen, und endlich aus den Muskeln der Zunge. Für die Bewegung des Kiefers kommen in Betracht die Musculi temporales, masseter und pterygoidei und ferner die Musculi digastrici, mylohyoidei und geniohyoidei. Der Unterkiefer wird dabei durch die Musculi masseter und temporalis nach oben, von dem Pterygoideus internus nach vorn und oben und von dem Pterygoideus externus nach vorn gezogen. Die Abwärtsbewegung des Unterkiefers erfolgt teils passiv, teils aktiv durch die Kontraktion der Musculi digastrici, mylohyoidei und geniohyoidei. Die Kaumuskeln in den Lippen sind der Musculus orbicularis oris und in den Wangen der buccinator. Die Bewegungen der Zunge erfolgen durch die in die Zunge übergehenden Musculi hyoglossus, genioglossus und styloglossus und die eigentlichen Muskelfasern der Zunge selbst. Die Bewegungen der Zunge in der Mundhöhle sind sehr mannigfaltig und bestehen im wesentlichen darin, daß die Zungenspitze jeden Punkt der Mundhöhle erreichen und abtasten kann, um so durch ihre Bewegungen die Bissen und Nahrungsteile in den Bereich der Zähne zu bringen. Eine zweite Art der Zungenbewegung hat Gestaltveränderungen der Zunge zur Folge, indem dieselbe auf ihrer Oberfläche konkav oder konvex werden und sich verbreitern oder verschmälern kann.

Der Bewegungsnerv der Zunge ist der Nervus hypoglossus; die anderen Kaumuskeln werden vom dritten Ast des Nervus trigeminus versorgt mit Ausnahme des Musculus buccinator und orbicularis oris, welche vom Nervus facialis innerviert werden.

Die Kautätigkeit ist ein willkürlicher Akt und kann in beliebiger Weise ausgeführt werden; er wird auch von verschiedenen Menschen und Tieren in individuell schwankender Weise ausgeführt. Nichtsdestoweniger läuft die Tätigkeit der Kaumuskeln ziemlich maschinenmäßig ab, so daß im allgemeinen die Dauer der Kautätigkeit vom Willen unabhängig ist und reflektorisch von den Bissen beziehungsweise von den Tastempfindungen durch den Bissen reguliert wird. Auf jeden Bissen entfällt eine gewisse Zahl von Kaubewegungen, und es ist mitunter unmöglich, den Bissen weiterzubefördern, d. h. zu verschlucken, ehe er gehörig durchgekaut, oder ihn im Mund zu behalten, nachdem er durch die Kauarbeit zur Weiterbeförderung genügend präpariert worden ist. Durch Gewöhnung können in der Dauer und in der Gründlichkeit der Kauarbeit große Unterschiede erzielt werden. Im allgemeinen werden die vegetabilischen Nahrungsmittel besser zerkleinert als die animalischen. Die Zerkleinerung der Nahrungsmittel wird

gewöhnlich so weit geführt, daß das Volumen des Bissens ungefähr 5 *cm*³ erreicht. Ein solcher Bissen wird in zirka 1/2 Minute so weit zerkleinert, um das Gefühl der Schluckarbeit hervorzurufen. In dem so erhaltenen Brei finden sich Partikeln von 7 bis 12 *mm* im Durchmesser, die kleinsten von 0·01 *mm*. Stücke von über 12 *mm* werden zurückgehalten, um neuerdings zerkleinert zu werden.

Die Kraft, die beim Kauen angewendet wird (Kaukraft), ist, in Kilogrammen ausgedrückt, bei verschiedenen Menschen sehr verschieden und hängt mehr von der Beschaffenheit des Periodonts und individuellen Gewohnheiten des Kauens als von der Muskelkraft ab. Nach umfangreichen Untersuchungen ergibt sich eine Durchschnittsziffer von zirka 77 *kg* zwischen den Molaren, wesentlich weniger zwischen den Bicuspidaten und den Schneidezähnen.

Die Kaukraft wird wesentlich beeinflußt von der Kaugewohnheit des Individuums und dem Zustand der Pulpa und dem Periodont. Es kommt hauptsächlich auf den Zustand der Wurzelhaut an; es treten gewöhnlich schon Schmerzen in dieser auf, bevor noch die ganze Kraft der Kaumuskeln angewendet ist. Der ausgiebige Gebrauch der Zähne beim Kauakt vermehrt die Widerstandskraft des Periodonts. Wenn sich die Gewohnheit herausbildet, die Speisen zu schlucken, ohne sie nennenswert zu kauen, so sinkt die Kaukraft wesentlich herab; man mißt also mehr die Widerstandskraft der Wurzelhaut als die Muskelkraft, die nur selten genau gemessen werden kann.

Die Stärke der Zähne selbst ist ausreichend, um jeder Beanspruchung zu genügen, vorausgesetzt, daß keine zu harten Körper zwischen dieselben geraten; sie haben eine viel größere Stärke, als ihrer Beanspruchung normalerweise entspricht[1].

In bezug auf die Härte der Zähne bestehen im allgemeinen keine wesentlichen Differenzen[2]. Im Durchschnitt enthalten die Zähne 11·06% Wasser, 63·34% Kalksalze und 25·36% organische Substanz. Die größte Verschiedenheit im Gehalt des Dentins an Kalksalzen beträgt 4·35%, und auch die durch das Lebensalter bedingten Differenzen betragen nicht mehr als 2·3%. Der Unterschied in der Härte der Zähne liegt hauptsächlich in den Verschiedenheiten, die sich beim Schneiden des Schmelzes und nicht so sehr beim Schneiden des Dentins ergeben.

---

[1] Läßt man eine Stahlplatte auf einen Zahnhöcker in einem Dynamometer unter allmählich steigendem Druck einwirken, so kommt es bei 150 *kg* zum Abspalten desselben.

[2] Man glaubte früher, daß manche Zähne hart und andere wieder weich seien, und daß insbesondere während der Schwangerschaft und der Laktation den Zähnen der Mutter zum Aufbau der Knochen des Fötus Kalksalze entzogen würden, und daß die Tendenz bestünde, mit fortschreitendem Alter härter zu werden.

Die scheinbare Härte des Schmelzes zeigt große Unterschiede, die abhängig sind von der Schnittrichtung und von dem Verhalten der Schmelzprismen zueinander. Der Schmelz ist nicht homogen wie das Dentin, sondern aus Schmelzprismen zusammengesetzt, die durch eine wesentlich weichere Kittsubstanz untereinander verbunden sind; infolgedessen läßt sich der Schmelz längs der Verlaufsrichtung der Prismen leichter durchtrennen als in anderen Richtungen. Sind die Prismen untereinander parallel, so läßt sich der Schmelz leicht abspalten; beim Versuch, ihn in anderen Richtungen zu durchtrennen, erweist er sich als sehr hart. Das Dentin ist in seiner Struktur homogen und zeigt keine Neigung, sich in irgendeiner Richtung leichter spalten zu lassen als in einer anderen.

Bei der Kautätigkeit findet auch ein Durchmustern der Speisen statt, derart, daß die zerkleinerten Stücke durch die tastenden Flächen der Zunge oder der Wangenschleimhaut beziehungsweise der Zähne auf ihre Beschaffenheit oder durch die Geschmacksorgane der Zunge auf ihre Geschmacksqualität geprüft werden[1]. Durch solche Empfindungen kann reflektorisch die Kaubewegung gehemmt und der ganze Bissen oder Teile desselben, welche für den Organismus für gefährlich erkannt worden sind, wie z. B. Knochensplitter, Fischgräten usw., aus der Mundhöhle entfernt werden, indem entweder der Fremdkörper durch Zungenbewegungen zwischen die Zähne nach außen geschoben oder durch Spucken und Räuspern seine Entfernung bewerkstelligt wird. Das Räuspern besteht in einem Exspirationsstoß durch den engen Raum zwischen der Zungenwurzel und dem niedergezogenen weichen Gaumen mit gelegentlicher Sprengung der Stimmritze. Beim Spucken wird durch einen Exspirationsstoß eine Enge zwischen den Lippen und der Zungenspitze gesprengt.

Während die Nahrung auf die geschilderte Weise mechanisch bearbeitet wird, wird auf dieselbe in der Mundhöhle gleichzeitig ein Sekret ergossen. Dieses Sekret nennt man den gemischten Mundspeichel im Gegensatz zu dem Speichel im engeren Sinn, der als reines Sekret der einzelnen Speicheldrüsen gebildet wird. Diesem Sekret fällt nun die doppelte Aufgabe zu, einerseits im chemischen Sinn auf die zerkleinerte Nahrung einzuwirken, anderseits mechanisch die Formierung und Weiterbeförderung derselben zu unterstützen. Obwohl nun unter normalen Verhältnissen die chemische und mechanische Wirkung gleichzeitig erfolgt und beide voneinander in bestimmtem Grad abhängig sind, so soll im folgenden zunächst die chemische Wirkung des Speichels besprochen werden und im Anschluß daran die mechanische Leistung desselben.

---

[1] Durch kräftiges Kauen werden auch die Zähne gereinigt und trägt es so sehr viel zur Gesundheit der Zähne und der umgebenden Weichteile bei.

Der Speichel.

Der gemischte Mundspeichel besteht aus dem Sekret der eigentlichen Speicheldrüsen (Parotis, submaxillaris und sublingualis) und dem Sekret der Drüsen der Lippen-, Wangen- und Gaumenschleimhaut sowie des hinteren Teiles der Zunge, der Uvula und des Rachens. Derselbe ist eine leicht opaleszierende, fadenziehende, farblose Flüssigkeit von etwas fadem Geruch und leicht salzigem Geschmack, welche schon makroskopisch trüb erscheint und gelegentlich schaumig ist. Die Schaumbildung beruht auf dem Gehalt an Eiweiß, die fadenziehende Eigenschaft ist durch den Muzingehalt des Speichels bedingt; die Trübung des Speichels rührt von der Beimengung geformter Bestandteile her, die sich unter dem Mikroskop als abgestoßene Epithelien der Mundhöhle und als die sogenannten Speichelkörperchen erkennen lassen. Außer diesen physiologischen Beimengungen findet man gelegentlich Reste von Nahrungsmitteln und eine große Anzahl von Bakterien vor. Die Speichelkörperchen sind runde, zellige Gebilde von ungefähr 10 μ Größe mit zahlreichen Kernen im Protoplasma, welche sich in Molekularbewegung befinden. Die Natur dieser Speichelkörperchen ist nicht genau erkannt, die einen halten sie für Kerne von zugrunde gegangenen Drüsenzellen, andere für Leukozyten; sie stammen nicht aus den Tonsillen, sondern aus der gesamten Mund- und Rachenschleimhaut.

Die Tagesmenge des menschlichen Mundspeichels wird von 200 bis 1500 *g* angegeben, ist jedoch im übrigen von so vielen Faktoren abhängig, daß sich eine bestimmte Größe nicht leicht fixieren läßt[1]. Filtriert man den Mundspeichel, so erhält man eine klare Flüssigkeit, deren spezifisches Gewicht von 1·002 bis 1·007 schwankt. Diese Flüssigkeit ist sehr arm an festen Stoffen; sie betragen ungefähr $^1/_2$—1°/$_0$. An anorganischen Substanzen findet man geringe Mengen von Ammoniak, Salze des Kaliums und Natriums, wobei die ersteren die letzteren überwiegen, Kalk und einige andere Salze. Der kohlensaure Kalk ist im Speichel durch die absorbierte Kohlensäure in Lösung gehalten und fällt aus, sobald die Kohlensäure an die Luft entweicht. Beim längeren Stehen von Speichel scheidet sich auch ein Häutchen an der Oberfläche ab, das aus dem in amorpher Form abgeschiedenen Kalk besteht. Diese Kalkabscheidung vollzieht sich auch in der Mundhöhle bei jedem Öffnen des Mundes, und es kommt zur Abscheidung von Kalkkonkrementen an den Zähnen (Speichelstein oder Zahnstein) oder auch zur Bildung von Speichelkonkrementen in den Ausführungsgängen der Drüsen (Speichelstein). Ein eigentümlicher Bestandteil ist das Schwefelzyankalium, das beim Menschen konstant vorkommt, beim Hund gelegentlich, dagegen

---

[1] Für den Menschen werden durchschnittlich 2400—3000 *g* Speichel innerhalb 24 Stunden angegeben, für das Pferd 4000 *g* und für die Wiederkäuer 60.000 *g*.

beim Pferd, Rind, Ziege, Schaf und Schwein nicht angetroffen wird. Der Gehalt an Schwefelzyankalium ist im übrigen unabhängig vom Alter, Geschlecht oder vom gesunden oder kranken Zustand der Zähne; bei Rauchern soll er zweimal bis dreimal größer sein als bei Nichtrauchern. Die Unterschiede im Befund bei Empfänglichkeit für Zahnkaries und Immunität gegen diese sollen in der Abwesenheit oder dem Vorhandensein der Rhodanverbindungen des Speichels liegen. Wenn die Reaktion auf Rhodan fehlt oder schwach ist, so bedeutet das Kariesempfänglichkeit, während deutliche Reaktion, welche die Anwesenheit beträchtlicher Rhodanmengen anzeigen, sich bei immunen Personen findet. Über die Herkunft des Zyankaliums, das im Blut fehlt, weiß man nichts Bestimmtes; es wird angenommen, daß es aus Zerfallprodukten von Eiweißkörpern entsteht, ein Produkt des Blutes ist und von der Speicheldrüse ausgeschieden wird. Im übrigen steht der Gehalt des Speichels an Schwefelzyankalium unter dem Einfluß der verschiedenen, die Mundhöhle treffenden Reize, insbesondere solcher, welche eine Änderung der Wassersekretion bedingen. Die Schwankungen der Rhodanausscheidung gehen parallel mit denjenigen der Eiweißarten (Enzymen); das Rhodan hat auch den gleichen Ursprung mit den Enzymen (und Muzin).

Die Anwesenheit von kohlensauren und phosphorsauren Alkalien bedingt die alkalische Reaktion des Speichels[1]. Die Alkaleszenz entspricht ungefähr einer Lösung von 0·005—0·15% Natriumkarbonat. Sie schwankt jedoch im Laufe des Tages und ist von der Art und der Intensität der die Mundhöhle treffenden Reize abhängig. Im Laufe des Tages treten Schwankungen des Alkaligehaltes ein. Nach dem Frühstück erfolgt ein sehr starker Abfall, zur Zeit des Mittagessens ein Anstieg; 2—3 Stunden hernach wieder ein erheblicher Abfall, auf den eine neuerliche bedeutende Zunahme bis Mitternacht erfolgt. Ein auf Pilokarpin abgesonderter Speichel zeigt hohe Alkaleszenz. Auch der Kauakt ist von Einfluß auf die Alkaleszenz. Kalkreiche Nahrung fördert die Alkalinität des Speichels indirekt: 1. bilden sich weniger K und mehr Na und Shaltige Verbindungen im Speichel; 2. kommt die Wirkung Ca-reicher Ernährung erst im Laufe mehrerer Generationen voll zur Geltung. Alkalischer Speichel ist reich an organischen Basen oder Aminen.

Konstant finden sich im Speichel auch Gase, und zwar Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure. Der menschliche Parotisspeichel enthält 0·84 bis 1·46 Volumprozent Sauerstoff, 2·37—3·77% Stickstoff und 44·82—65·78% Kohlensäure.

[1] Die Reaktion des Speichels ist sehr häufig infolge von Gärungsvorgängen, die von den stets im Munde vorhandenen Mikroorganismen herrühren, deutlich sauer.

Von organischen Körpern enthält der Speichel Spuren von Albumin und Globulin und in größerer Menge Muzin[1]. Das Albumin entspricht ebenso wie die Salze des Speichels dem des Blutplasmas, aus dem es stammt. Das Muzin ist der wichtigste Bestandteil für die mechanische Leistung des Speichels, da es ihm die Eigenschaft verleiht, die gekauten Speisen schlüpfrig zu machen. Es ist in reinem Wasser nicht löslich, bildet aber in Gegenwart von Alkalien eine unechte Lösung, wie dies beim Speichel der Fall ist. Durch Zusatz von Essigsäure ist es aus dem Speichel auszufällen. In den Drüsenzellen erscheint das Muzin in einer Vorstufe, welche man Muzinogen nennt. Der Speichel enthält ferner neben guajakbläuenden beziehungsweise oxydierenden Substanzen als sein wichtigstes chemisches Agens ein Ferment, welches man Speichelferment, Ptyalin, nennt (Speicheldiastase, Amylase, amylolytisches, diastatisches oder saccharifizierendes Enzym). Dieses Enzym ist in sämtlichen Drüsensäften der Mundhöhle und in den Speicheldrüsen enthalten. Auf dem Speichelferment beruht der wichtigste chemische Vorgang bei der Mundverdauung, nämlich die Umwandlung der in der Nahrung enthaltenen Stärke in Zucker[2]. Die Speicheldiastase wirkt nur bei alkalischer Reaktion. Bei saurer Reaktion des Mundsaftes oder der Nahrung bleibt die Stärke unverändert. Im Speichel der Raubtiere fehlt das Ptyalin[3], und ebenso wird es vermißt im Speichel des Menschen und der Pflanzenfresser in der Zeit, wo dieselben ausschließlich von Milchnahrung leben. Erwärmen bis zu 40° C beschleunigt die Amylasewirkung. Erhitzen auf 60—70° C zerstört dieselbe. Viele chemische Substanzen bewirken in geringer Konzentration eine Förderung, in höherer eine Hemmung der Speichelverdauung.

Die Umwandlung der Stärke, die sich im Reagenzglas in sehr einfacher Weise durch Einwirkung von Speichel auf Stärkekleister zeigen läßt, geschieht in der Weise, daß zunächst die Stärke in Lösung übergeführt und

[1] Vielfach finden sich bei Menschen schleimige Ablagerungen an den Zähnen; es handelt sich dabei wahrscheinlich um niedergeschlagenes Muzin; der Niederschlag ist in dem Speichel des betreffenden Individuums unlöslich, löst sich aber leicht im Speichel eines Menschen, in dessen Mund keine solchen Niederschläge vorkommen. Man glaubt, daß diese Niederschläge das Auftreten von Zahnkaries begünstigen oder die Vorbedingungen dafür schaffen, indem sie eine schützende Hülle bilden, welche die Bakterien und ihre sauren Produkte vor dem Auslaugen durch den Speichel bewahrt.

[2] Die klare Flüssigkeit des menschlichen Speichels wirkt angeblich sofort auf die Stärke diastatisch, während der Bodensatz erst wirksam wird, wenn man denselben durch längere Zeit auf 38° C erwärmt. Dialysierter Speichel ist immer weniger aktiv als normaler. Hinzufügen von Mineralsalzen (Ca, K) gibt ihm wieder saccharifizierende Kraft.

[3] Beim Pferd enthält der Speichel nicht das fertige Ptyalin, sondern das Zymogen desselben, während bei anderen Tieren und beim Menschen das Ptyalin bei der Sekretion aus dem Zymogen entsteht. Beim Pferd wird das Zymogen beim Kauen der Speise in das Ptyalin übergeführt.

im weiteren Verlauf durch Hydrolyse in Dextrine (Achroo- und Erythrodextrine) und weiter in Zucker, Maltose und Isomaltose verwandelt wird[1]. Aus der Maltose soll durch ein im Speichel in sehr geringer Menge vorkommendes invertierendes Enzym, die Maltase, eine geringe Menge Dextrose gebildet werden. Der menschliche Speichel wirkt sehr rasch, schon nach mehreren Sekunden oder wenigen Minuten ist im Stärkekleister Zucker nachzuweisen. Nach zwei bis drei Stunden ist die ganze Stärke fast vollständig verschwunden. Die im Reagenzglas ausgeführten Versuche von Umwandlung der Stärke in Zucker durch den Speichel lassen sich nicht ohne weiteres mit den Vorgängen bei der Stärkeverdauung in der Mundhöhle vergleichen, da die sich hierbei bildenden Zuckermengen die Ptyalinwirkung beeinträchtigen. Durch Entfernung derselben kann man die Zuckerbildung auch tatsächlich im künstlichen Verdauungsversuch weiter treiben als sonst. Da nun in der Mundhöhle die bei der Verdauung entstehenden Produkte durch Resorption entfernt werden, so ist es immerhin möglich, daß bei der natürlichen Verdauung die gesamte Menge der Stärke in Zucker übergeführt wird. Nach neueren Untersuchungen soll der Mundspeichel 50—70% der genossenen Stärke in lösliche Form überführen. Dabei spielt allerdings die Beschaffenheit der Stärke eine wesentliche Rolle, denn rohe Stärke wird nur sehr langsam, gekochte dagegen viel rascher vom Speichel verdaut. Im allgemeinen zeigt die Saccharifikation eine gewisse Konstanz; sie zeigt keine Vermehrung bei Vermehrung des Speichels oder der Amylase oder der Zeit, während welcher Speichel und Kohlenhydrate miteinander in Kontakt stehen.

Beim Menschen bilden alle Speicheldrüsen Ptyalin, beim Kaninchen nur die Parotis, nicht aber die Submaxillaris.

Was den Speichel der einzelnen Drüsen betrifft, so weiß man nur Näheres über den der drei großen typischen Speicheldrüsen. Der Speichel der Ohrspeicheldrüse bildet eine klare, nicht fadenziehende Flüssigkeit von alkalischer oder schwach saurer Reaktion, das spezifische Gewicht schwankt von 1·003—1·012. Als charakteristische Bestandteile sind in demselben Eiweiß, ein diastatisches Enzym und Rhodankalium zu finden. Eine Drüse soll innerhalb 30 Minuten ungefähr 20 cm^3 Speichel liefern.

Der Speichel der Submaxillarisdrüse wird wasserhell und dünnflüssig abgesondert; kurze Zeit nach der Absonderung wird er dickflüssiger und von alkalischer Reaktion. Das spezifische Gewicht ist 1·003. Der Submaxillarisspeichel enthält Muzin, Eiweiß, ein diastatisches Ferment und Rhodankalium. Der Speichel der Sublingualisdrüse des Menschen ist klar, schleimig und

[1] Nach neueren Untersuchungen soll die Diastase aus zwei Komponenten bestehen, von denen die eine (Amylase) das Stärkemolekül bis zu Achroodextrin abbaut. Erst dieses besitzt einen solchen Bau, daß die zweite Komponente (die Dextrinase) es angreifen und seinen Abbau unter Abspaltung von Maltose zu vollenden vermag.

stärker alkalisch als der Submaxillarisspeichel; er enthält Muzin, diastatisches Enzym und Rhodankalium. Bei allen diesen Drüsen schwankt jedoch die Zusammensetzung oder Beschaffenheit des Sekrets, da dasselbe wesentlich abhängig ist von den Verhältnissen, unter welchen es abgesondert wird. Die Absonderung ist nämlich, wie später noch auszuführen sein wird, teils vom zerebralen, teils vom sympathischen System abhängig, und dementsprechend kann man auch zwei verschiedene Arten von Sekreten unterscheiden. Beim Hund, wo sich durch elektrische Reizung einerseits der Chorda, anderseits des Sympathikus die zwei Arten von Sekreten gesondert gewinnen lassen, läßt sich zeigen, daß der Chordaspeichel ein spezifisches Gewicht von 1·0039 bis 1·0056 und einen Gehalt von 12 bis 15‰ an festen Stoffen besitzt. Der weniger reich abgesonderte Sympathikusspeichel, mehr dickflüssig und zähe, hat ein spezifisches Gewicht von 1·0075 bis 1·018 und enthält an festen Stoffen 16—28‰.

Der osmotische Druck des durch die Chordareizung erhaltenen Speichels ist stets geringer als der des Blutes. Erhöht man den letzteren, so ändert sich der des Speichels gleichsinnig, wobei diese Differenz eine große Tendenz hat, konstant zu bleiben, solange nicht der osmotische Druck des Blutes abnorm erhöht oder erniedrigt wird. Die Viskosität des Speichels geht nicht immer parallel mit dem osmotischen Druck. Steigt der osmotische Druck im Blut bedeutend an, so nimmt die durch Chordareizung erhaltene Sekretion den Typus der Sekretion einer ermüdeten Drüse an.

Die Beschaffenheit des Sekrets der übrigen Munddrüsen ist beim Menschen nicht genau untersucht; bei der Katze läßt sich zeigen, daß das Sekret der Drüsen des weichen Gaumens bei Reizung des Fazialis viszider und reicher an festen Stoffen ist als bei Reizung des Sympathikus. Der Gehalt an festen Substanzen beträgt im Sympathikussekret ungefähr 22‰, im Fazialissekret 29‰.

Wie schon mehrfach hervorgehoben wurde, zeigt der Speichel in bezug auf seine Menge, seine Beschaffenheit und seine Zusammensetzung mancherlei Schwankungen, die wesentlich dadurch bedingt sind, daß die Absonderung des Sekrets von einer großen Reihe von Faktoren abhängig ist, so insbesondere von der Art und Menge der Nahrung, der Qualität und Quantität der die Mundhöhle treffenden Reize, der Dauer des Kauaktes, der Ausbildung der Drüsen usf. Was zunächst die Schwankungen der Menge des Speichels betrifft, so weiß man, daß nach der Nahrungsaufnahme insbesondere durch den Kauakt die Speichelmenge eine bedeutende Zunahme erfahren kann. Auch die Trübung und Konsistenz des Speichels ändert sich in Abhängigkeit von den Mahlzeiten. Der etwa eine Stunde nach der Mahlzeit aufgefangene Speichel ist deutlich stärker getrübt. Nach dem Erwachen am Morgen zeigt der Speichel die größte Trübung, während der Mahlzeiten

wird der sonst mehr dünnflüssig-wässerige Speichel dickflüssiger und von sehr schleimiger Konsistenz. Auch das spezifische Gewicht des Speichels ist nach dem Mittagessen höher als vor demselben. Bezüglich der Reaktion des Speichels wäre zu bemerken, daß er um Mitternacht nicht selten schwach sauer reagiert, welche Reaktion gewöhnlich bis zum Morgen fortbesteht. Während des Frühstücks wird der Speichel stark alkalisch, welche Alkaleszenz durch mehrere Stunden anhält. Während und kurz nach dem Mittagessen ist der Speichel ebenfalls stark alkalisch, und zwar mehr bei gemischter als bei animalischer Nahrung. Die Alkaleszenz wächst längere Zeit nach dem Mittagessen, um später einer schwach sauren Reaktion Platz zu machen. Nach dem Abendessen zeigt der Speichel wieder alkalische Reaktion, welche bis Mitternacht in eine saure übergegangen ist.

Auch im Ammoniakgehalt zeigt der Speichel tägliche Schwankungen. Bei Nacht und vor dem Frühstück zeigt er die höchsten Werte, durch das Frühstück erfolgt eine Abnahme, die nach einer Stunde bereits wieder ausgeglichen ist und unter leichten Schwankungen bis zum Mittagmahl anhält; dieses hat wieder eine starke Verminderung zur Folge. Nach dem Mittagessen nimmt der Ammoniakgehalt wieder zu, um bis zum Abendessen zu mittleren Werten anzusteigen. Nach dem Nachtmal zeigt sich eine neuerliche Abnahme, die bis gegen Mitternacht wieder ausgeglichen ist. Ebenso zeigen sich im diastatischen Vermögen des Speichels regelmäßige spontane Tagesschwankungen. Dasselbe erhebt sich spontan vom Morgen bis spät Nachmittag, um gegen Abend wieder abzusinken. Die Mahlzeiten steigern das Verdauungsvermögen; ihre Wirkung setzt sich zusammen aus den Einzelwirkungen des Kauens, des Wassers, des Zuckers, der Salze und der Säuren. Die beiden ersteren vermehren, die anderen vermindern das diastatische Vermögen. Auch Schwankungen in der Zusammensetzung des Blutes haben Einfluß auf die Beschaffenheit des Speichels. In der Norm besteht kein bestimmtes Verhältnis zwischen Blut- und Speichelkonzentration; höhere Konzentration des Blutes bedingt nicht immer höhere Konzentration des Speichels. Künstliche Schwankungen der Konzentration des Blutes macht der Speichel mit, wobei die Tendenz besteht, den Unterschied zwischen Blut und Speichel konstant zu erhalten. Zunahme des osmotischen Druckes im Blut modifiziert die Speichelsekretion wie Drüsenermüdung: es tritt eine längere Latenz auf.

Die Drüsen liefern ihr Sekret in die Mundhöhle wesentlich unter dem Einfluß von Nerven, und zwar im allgemeinen auf reflektorischem Weg durch das Kauen oder durch Geschmacks- oder Tastreize der Speisen oder durch rein psychische Vorgänge. Bei Durchschneidung der zu den Drüsen führenden oder von ihr wegziehenden Nerven hat keiner der vorgenannten Reize eine Wirkung, als Beweis, daß eben die Tätigkeit der Drüsen aus-

schließlich unter dem Einfluß des Nervensystems steht. Dieselbe ist am Tier dadurch bewiesen, daß elektrische Reizung der zuführenden Nerven Speichelsekretion zur Folge hat. Eine jede der großen Drüsen und wahrscheinlich auch der übrigen Drüsen der Mundhöhle erhält, wie schon oben erwähnt, zweierlei Arten von Nervenfasern, durch die sie zur Tätigkeit angeregt werden kann; die einen stammen aus dem sympathischen, die anderen aus dem zerebralen System. Der Sekretionsnerv für die Submaxillaris und Sublingualis ist die Chorda tympani vom Nervus facialis, für die Parotis der Nervus tympanicus vom Nervus glossopharyngeus. Die sympathischen Sekretionsfasern verlaufen im Halssympathikus und ziehen durch das obere Halsganglion zu allen Speicheldrüsen. Die Fasern für die Unterkieferdrüsen verlassen das Rückenmark hauptsächlich mit dem zweiten Brustnervenpaar, in geringer Menge mit dem dritten und vierten und in sehr spärlicher Menge mit dem ersten und fünften Paar.

Bei Reizung dieser Nerven scheidet sich nach Verlauf von einer oder mehreren Sekunden reichlich Speichel ab. Die Menge steht in direkter Beziehung zur Stärke des Reizes. Bei sehr starker Reizung scheidet sich eine Speichelmenge ab, deren Gewicht das der Drüse um ein Mehrfaches übertrifft. Auch die Qualität des Speichels schwankt mit der Stärke und Dauer des Reizes. Dabei ist der Druck, unter welchem sich der Speichel aus den Ausführungsgängen ergießt, höher als der gleichzeitig in den Blutgefäßen herrschende Druck. Auch eine stärkere Wärmeentwicklung geht mit der Speichelsekretion einher. Ebenso vollziehen sich in den Drüsen bestimmte mikroskopische Veränderungen, durch welche sich eine sezernierende von einer nicht sezernierenden Drüse unterscheidet. Die kernigen Drüsenzellen verlieren während der Tätigkeit ihr kerniges Aussehen, wobei sich an der Peripherie derselben ein heller Saum bildet. Die im Ruhezustand der Drüsen sich anhäufenden Granula werden als spezifische Stoffe während der Tätigkeit an den Speichel abgegeben, wobei sich an der Peripherie der Zellen neue Bestandteile aus dem Blut ablagern. Die elektrische Reizung der Drüsennerven hat auch eine außerordentlich starke Erweiterung der Blutgefäße und damit eine Vermehrung und Beschleunigung des Blutdurchflusses der Drüsen zur Folge. Auch der Lymphstrom wächst bei der Erregung der Nerven. Die tätigen Drüsen verbrauchen auch mehr Sauerstoff und Kohlensäure als in der Ruhe. Während der Tätigkeit erfährt die Drüse einen Gewichtsverlust und eine Verminderung der festen Bestandteile. Auch eine starke Wasserabsorption aus dem Blut erfolgt während der Tätigkeit. Es scheint, daß die Drüse wesentlich auf Kosten der Kohlenhydrate, der Fette und des kohlenstoffhaltigen Anteils des Eiweißes tätig ist. Die unter dem Nerveneinfluß sich abspielende Sekretion ist eine Funktion des lebenden Protoplasmas der Drüsenzellen und im weiteren Ausmaß unabhängig von

dem Blutdruck und Blutstrom, dagegen abhängig von der Zusammensetzung des Blutes[1].

Nach Durchschneidung der zerebralen Drüsennerven beginnt die Drüse kontinuierlich spontan Speichel zu sezernieren (paralytische Speichelsekretion). Bei Reizung des Sympathikus ist die Sekretion immer eine etwas geringere als bei Reizung der zerebralen Nerven. Dabei ist der Sekretionsdruck ungefähr derselbe. Dagegen ist die Reizung immer von einer Verengerung der Blutgefäße der Drüse begleitet, während der Lymphstrom ebenso verstärkt ist wie bei Reizung der zerebralen Nerven. In den Drüsennerven unterscheidet man mehrere Arten von Fasern, welchen eine bestimmte Funktion zugeschrieben wird, und zwar erstens Fasern, welche die Ausscheidung von Flüssigkeit bedingen (sekretorische Fasern), dann Fasern, welche die Anhäufung von anorganischen Stoffen im Speichel zur Folge haben (trophische Fasern), endlich Fasern, welche an der Wiederherstellung der Drüse beteiligt sind und gleichzeitig die Sekretion hemmen (anabolische hemmende Fasern).

Der Unterschied in der Beschaffenheit des Speichels nach Reizung der zerebralen Nerven und des Sympathikus wird dahin erklärt, daß in den zerebralen Nerven die sekretorischen, in den sympathischen die trophischen Fasern überwiegen. Da bei der auf natürlichen Reiz erfolgenden Speichelsekretion jedoch auch immer die Gefäßnerven mitbeteiligt sind, so wäre es immerhin möglich, anzunehmen, daß es nur eine Art von Drüsennerven gibt, die in Kombination mit Gefäßnerven wirken — derart, daß einmal die Reizung der gefäßerweiternden, ein andermal die Reizung der gefäßverengernden Nerven sich zu der der sekretorischen Fasern hinzugesellt.

Die zentripetalen Nerven der Speicheldrüsen sind der Nervus lingualis und der Nervus glosso-pharyngeus; doch kann auch durch Reizung einer Anzahl anderer zentripetaler Nerven Speichelsekretion erzielt werden, so insbesondere des Nervus vagus und verschiedener sensibler Spinalnerven, wobei der Reflex gewöhnlich ein einseitiger ist. Mitunter läßt sich auch reflektorisch eine Hemmung der Speichelsekretion erzielen. Auch bei Reizung von zentripetalen Nerven variiert der Speichel in bezug auf Menge und Beschaffenheit.

Unter normalen Verhältnissen wird die Speichelabsonderung hauptsächlich durch eine reflektorische Einwirkung von der Mundhöhle aus beziehungsweise der peripheren Nervenendigungen der zentripetalen Nerven

[1] Das Drüsengewebe der tätigen Drüse, der Speichel und das aus der Drüse ausfließende venöse Blut enthalten Stoffe, die die Sekretion der Speicheldrüsen anregen. Die aktiven Stoffe finden sich hauptsächlich im Speichel. Bei der Reizung der Chorda bilden sich spezifische thermolabile Stoffe, die die Sekretion im Gewebe beziehungsweise die Ausstoßung des Sekrets anzuregen vermögen.

der Mundhöhle hervorgerufen. Diese enthält nun verschiedenartige Endapparate, durch welche die normale Tätigkeit der Speicheldrüsen derart beherrscht wird, daß eine Anzahl spezifischer Reflexe ablaufen, welche die Drüsen durch bestimmte Reize zu einer bestimmten Tätigkeit veranlassen, wobei die Rolle des Speichels in besonders prägnanter Weise zutage tritt. Sowohl in Qualität als Quantität paßt sich der Speichel der Beschaffenheit der in die Mundhöhle eingeführten Stoffe in höchst zweckmäßiger Weise an. Auf schlecht schmeckende, reizende Substanzen wird im allgemeinen ein dünner, wässeriger »zerebraler oder Verdünnungsspeichel«, auf trockene, feste Nahrung ein muzinreicher »Schmier- oder Gleitspeichel« abgesondert.

Man kann die die Mundhöhle treffenden Reize, welche reflektorisch zur Speichelsekretion Veranlassung geben, in allgemeine und spezifische Reize einteilen, welche einen verschiedenen Einfluß auf die Menge und Bestandteile des Speichels nehmen. Treffen die Mundhöhle keine Reize, so ist die Speichelabsonderung eine sehr spärliche oder fehlt vollständig. Auch die mechanische Reizung der Mundhöhlenschleimhaut bedingt nicht immer eine Speichelsekretion[1]. Die spezifischen Reflexe bestehen darin, daß auf bestimmte, die Geschmacksorgane treffende Substanzen, wie Säuren, Alkalien, eine bestimmte Art von Speichel geliefert wird[2]. Die spezifischen Reize stehen in inniger Beziehung zum Geschmacksorgan.

Die Zungenschleimhaut erweist sich empfindlich gegen chemische Reize, ganz besonders die Wurzel und die Spitze, weniger die untere Fläche. Die bitteren und süßen Reizmittel sind bloß bei Reizung der Zungenspitze wirksam. Gänzlich unempfindlich ist die Schleimhaut des harten und weichen Gaumens; gegen thermische und mechanische Reize erweist sich am meisten empfindlich die Zungenwurzel, am wenigsten die Wangenschleimhaut. Bei den verschiedenen Mitteln ist die Zeit zwischen Reiz und Sekretion eine verschieden lange, ebenso auch die Speichelmenge.

---

[1] Daß die Art der mechanischen Reizung von Bedeutung ist, geht aus Versuchen hervor, die an Hunden angestellt wurden. Bringt man einem Hund kleine Kieselsteine ins Maul, tritt keine oder nur eine höchst geringfügige Speichelsekretion auf, wird ihm jedoch Sand eingeführt, so sezerniert er auf denselben reichliche Mengen von Speichel.

[2] Auch die mechanischen Reize wirken in doppelter Art, einmal als allgemein chemische Reize und dann als spezifische. Dies geht ebenfalls aus Beobachtungen an Hunden hervor; bringt man einem normalen Hund Säure oder Lauge in das Maul, so ergießt sich ein Speichel, welcher doppelt soviel organische als anorganische Stoffe enthält. Durchschneidet man dann die Geschmacksnerven, so ergießt sich auf die nun eingebrachte Lauge oder Säure ein Speichel, welcher ebenso viele organische Stoffe enthält wie anorganische oder noch weniger. Die Säure und Lauge wirkt jetzt wie andere chemische Substanzen. Der Reflex von der Mundhöhlenoberfläche ist erhalten geblieben, die spezifischen von der Zunge aber sind weggefallen.

Die Speichelsekretion wird nicht nur bei Reizung der sensorischen Nerven durch die Speisen in der Mundhöhle hervorgerufen, sondern sie tritt auch durch rein psychische Vorgänge, wie z. B. den Anblick der Speise, den Geruch derselben, ja sogar durch die Vorstellung ein. Dabei zeigt die Beschaffenheit und Menge des Speichels ähnliche Verschiedenheiten wie bei Reizung durch die Speisen selbst. Diese sogenannte psychische Reizung der Speicheldrüsen findet ihren Ausdruck in der täglichen Beobachtung, daß der Anblick von Nahrung zum Speichelfluß Veranlassung gibt[1].

Aus diesen innigen Beziehungen zwischen der Art des Reizmittels und der Menge und Beschaffenheit des Speichels ergibt sich, daß die Bedeutung des Speichels nicht so sehr in der chemischen Einwirkung auf die Reizstoffe gelegen ist als wie in der mechanischen Beeinflussung derselben. Die Tatsache, daß auf flüssige Substanzen ein reichlicher dünner Speichel, auf trockene, zähe Speisen ein schleimiger Speichel geliefert wird, zeigt, daß der Speichel dazu dient, die Nahrungsmittel im allgemeinen schlüpfrig zu machen und für ihre weitere Fortschaffung zu präparieren. Die beim Kauen zerkleinerten Nahrungsstoffe werden von einer Schleimschicht umgeben und so leichter einerseits in der Mundhöhle herumgeführt und anderseits aus derselben entfernt. In besonders prägnanter Weise tritt die mechanische Rolle des Speichels zutage in der Beziehung zu dem Auftreten beim Kauakt; bei demselben wird beständig Speichel sezerniert, und je länger gekaut wird, um so dickflüssiger ist der Speichel.

Was die Bedeutung des Speichels anbelangt, so ist dieselbe wohl hauptsächlich eine mechanische, bestehend in dem Schlüpfrigmachen des Bissens und der Beförderung des Kauaktes. Doch kommt ihm zweifellos auch eine chemische Einwirkung auf die Speisen zu, wenngleich die Nahrungsmittel in der Mundhöhle nicht lange verweilen. Der Speichel wird aber mit den Nahrungsmitteln verschluckt und übt unter bestimmten Bedingungen seine Wirkung aus. Zweifellos spielt der Speichel die Rolle von Wasser insbesondere dann, wenn feste Nahrung genommen wird, um Lösliches aus derselben aufzunehmen und so die Berührung zwischen den Speisen und den Endorganen der Geschmacksnerven zu vermitteln. Weiter dient der Speichel, wie Wasser, zur Verdünnung von in den Mund aufgenommenen konzentrierten Lösungen sowie zur Ausspülung ekelerregender oder schädlicher Stoffe aus dem Munde. Der Speichel besorgt ferner die fortwährende Befeuchtung und Reinigung der Mundhöhle und wirkt dadurch, daß beim Schlucken desselben eventuell Speisereste mitverschluckt werden, als Schutz-

[1] Zeigt man einem Hund trockenes Fleischpulver, so wird er zu einer stärkeren Speichelsekretion angeregt als beim Zeigen von Fleisch. Der Anblick von Säure ruft beim Hund eine Sekretion von dünnflüssigem, der Anblick von Brot dagegen eine Sekretion von konzentriertem Speichel hervor.

mittel, indem so die Zersetzung von Nahrungsresten verhütet wird. Durch den alkalischen Speichel wird die Bildung von Säuren in der Mundhöhle verhindert, und so wird der Speichel zum Schutz für die Zähne, insbesondere für die Zähne im Unterkiefer, welche vom Speichel mehr umspült werden als die im Oberkiefer. Auch die in der Mundhöhle sich ansammelnden Bakterien werden voraussichtlich mit dem Speichel entfernt. Der Speichel verhütet weiter die Austrocknung der Mundhöhle und wirkt als solcher zur Linderung des Durstgefühls. Durch die Flüssigkeitsschicht, welche die Zungenoberfläche sowie die Schleimhaut der Wange bedeckt, wird der Speichel auch zu einer Schutzeinrichtung für das Epithel insbesondere dann, wenn es sich um Einführung von heißen Flüssigkeiten handelt. Schließlich spielt der Speichel auch eine große Rolle[1] durch seinen Wassergehalt, indem die nicht unbeträchtlichen Flüssigkeitsmengen, die mit dem Speichel auf die Nahrung ergossen werden, an der Resorption sich beteiligen[2].

Der Schlingakt.

Der Mundhöhle beziehungsweise der Muskulatur derselben und insbesondere der Muskulatur der Zunge fällt jedoch nicht nur die Aufgabe zu, die Nahrungsmittel zu zerkleinern, sondern es obliegt ihr auch die Aufgabe, die zu einem Bissen geformten Nahrungsstücke weiterzubefördern, sich also an jenem Akt zu beteiligen, welchen man als Schlingakt bezeichnet. Dieser besteht in seiner Gänze in der Beförderung der Nahrungsmittel aus der Mundhöhle in den Magen, und zerfällt in drei Phasen, und zwar: 1. in die Austreibungsperiode aus der Mundhöhle bis zum Pharynx, 2. in die Durchtreibungsperiode durch diesen in die Speiseröhre und 3. in der Austreibung aus der Speiseröhre in den Magen. In den folgenden Betrachtungen soll bloß die Beteiligung der Mundhöhle an dem komplizierten Mechanismus des Schlingaktes besprochen werden. Die Vorgänge in derselben zerfallen in zwei Akte: in einen willkürlichen und in einen unwillkürlichen. Die der Willkür unterworfenen Bewegungen, welche darin be-

---

[1] Hunde, bei welchen der Speichel nach außen abgesondert wird und für den Organismus verlorengeht, leiden gewöhnlich an großem Durst und müssen als Ersatz große Flüssigkeitsmengen zugeführt bekommen.

[2] Außer ihrer Teilnahme an dem Verdauungssystem dienen die Speicheldrüsen mit ihrem Sekret dem Organismus noch in anderer Weise. Man sieht, daß Tiere sich mit Speichel abwaschen und vor allem denselben bei äußeren Verletzungen benutzen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß im letzteren Fall das Einspeicheln eine Art Heilwirkung darstellt, wobei die Wunde nicht nur gereinigt, sondern durch die Speichelschicht gegen die Außenwelt geschützt wird. In Übereinstimmung mit dieser Tatsache sieht man bei mit Speichelfisteln versehenen Tieren bei jeder zerstörenden Einwirkung auf die Haut (Verbrennung, Stich) eine vermehrte Speichelsekretion auftreten; dasselbe geschieht bei dem bloßen Versuch, eine Hautverletzung zu setzen.

stehen, den Bissen aus der Mundhöhle heraus und an die Rachenenge zu bringen, sind im wesentlichen nur Fortsetzungen des Kauaktes, wobei der Muskulatur der Zunge und des Mundhöhlenbodens die Hauptrolle zufällt. Der Bissen wird zunächst auf den vorderen Teil der Zunge, welche eine nach oben konkave Rinne bildet, aufgenommen und durch Hebung des vorderen und Senkung des hinteren Abschnittes derselben nach hinten geschoben; zu gleicher Zeit wird die Zunge durch die Kontraktion der Muskeln des Mundhöhlenbodens nach oben gedrückt. An dieser Schiebung des Bissens aus der Mundhöhle in den Pharynx beteiligen sich noch der Musculus temporalis, masseter und die Lippen- und Wangenmuskeln. Durch alle diese Bewegungen wird erzielt, daß der Mundraum von vorn nach rückwärts fortschreitend verkleinert und der Bissen aus der Mundhöhle ausgetrieben wird. Der Bissen wird nun mit Hilfe der Zunge durch den Isthmus faucium in die Rachenhöhle hineingetrieben. Der Kehldeckel wird dabei gleichzeitig durch die Zunge mit dem Bissen, teils durch eigene Muskelwirkung über den Kehlkopfeingang gelegt; das Gaumensegel legt sich an die hintere Rachenwand an. Ist der Bissen einmal in die Rachenhöhle eingetreten, so vollziehen sich in derselben jene Vorgänge, welche den Verschluß gegen die Nasenhöhle einerseits, gegen den Kehlkopf anderseits bezwecken. In diesem allseits verschlossenen Raum kommt es nun zu einer Drucksteigerung, durch welche die Ingesta nach der einzigen Stelle, nach welcher sie auszuweichen vermögen, nämlich in die Speiseröhre, getrieben werden, wobei die Kontraktion der Pharynxmuskeln anscheinend gleichzeitig als Widerstandsmechanismus wirkt. Der Bissen wird nun in einer sehr kurzen Zeit über die Stelle, wo er den Atmungsweg kreuzen muß, durchgetrieben, und eine Reihe von Vorkehrungen, die gleichzeitig einsetzen, dient dazu, das Eindringen von Nahrungsmitteln einerseits in die Luftwege, anderseits zurück in die Nasen- oder Mundhöhle zu verhindern.

Wie schon oben erwähnt, wird das Schlucken durch einen Willkürakt eingeleitet; man kann einen Bissen beliebig lang im Mund behalten, ohne ihn zu verschlucken, und ihn, sobald man will, freiwillig schlucken. Sobald aber der Bissen einmal in den Bereich der Schlundmuskeln gelangt ist, vollzieht sich der Schluckakt ohne Zutun des Willens, ja manchmal sogar gegen denselben. Dieser reflektorische Anteil des Schluckaktes wird ausgelöst durch Empfindungen, welche der willkürlich an die Zungenwurzel gebrachte Bissen verursacht. Bei verschiedenen Tieren kennt man Schleimhautbezirke im Pharynx, durch deren mechanische Reizung Schluckreflexe auszulösen sind. Beim Menschen ist es bis jetzt nicht gelungen, bestimmte Partien der Mundhöhle, der Zunge oder des Pharynx nachzuweisen, von denen aus der Schluckreflex auszulösen ist. Nur soviel ist bekannt, daß Anästhesierung der Mund- und Rachenhöhle das Schlucken unmöglich

macht. An dem Reflex beteiligen sich die zentripetalen und zentrifugalen Fasern des Glossopharyngeus und Vagus und außerdem auch zentrifugale Fasern des Hypoglossus und Trigeminus.

Es ist zweifellos, daß die wichtigste Aufgabe der Mundhöhle bei der Verdauung jene ist, welche sich auf den Kau- und Schlingakt bezieht, d. i. der mechanischen Zerkleinerung der genossenen Nahrung und der Weiterbeförderung derselben, nachdem diese durch den Speichel zum Teil gelöst, zum Teil schlüpfrig gemacht worden ist.

Die Zerkleinerung der Nahrung ist wesentlich dazu bestimmt, die Oberfläche der Nahrungsmittel zu vergrößern und dadurch dieselben der chemischen Einwirkung zugänglich zu machen. Ob dies auch in der Mundhöhle stattfindet, ist immerhin fraglich, da für dieselbe nur eine kurze Zeit zugemessen ist, und es Tierarten gibt, bei denen ein wirksames Agens vermißt wird, vielleicht mit Ausnahme des Wassers, welches schon als Lösungsmittel in Wirksamkeit treten mag. Das letztere gilt wahrscheinlich für die in Wasser löslichen Kohlehydrate der Nahrung. Die Fette werden in der Mundhöhle durch die Blutwärme geschmolzen, zum Teil erweicht. Im Zusammenhang mit diesen immerhin mangelhaften chemischen Veränderungen wird es auch wahrscheinlich in der Mundhöhle kaum zu einer nennenswerten Resorption von Wasser und Salzen kommen. Eine nicht unwichtige Aufgabe der Mundhöhle bei der Verdauung dürfte auch darin liegen, daß die eingeführten Nahrungsmittel auf die Körpertemperatur gebracht werden, also kalte Nahrungsmittel erwärmt und warme gekühlt werden, was wohl dadurch geschieht, daß die Nahrungsstoffe zum Teil mit der Schleimhaut der Zunge und Mundhöhle, anderseits mit dem Speichel in Berührung treten, wodurch es zu einem Ausgleich der Temperatur kommen kann. In verhältnismäßig rascher Zeit nehmen die Nahrungsmittel die Temperatur der Mundhöhle an. Bei den festen Stoffen spielt dabei die Zerkleinerung derselben eine Rolle.

In direkter Beziehung zu der Aufgabe, die der Mundhöhle bei der Verdauung zufällt, steht zweifellos die Sensibilität der einzelnen Teile derselben, so insbesondere der Zungen-, der Wangenschleimhaut, der Zähne und die Geschmacksempfindlichkeit der Zunge. Die in der Mundhöhle in Betracht kommenden Empfindungen sind: Tast-, Berührungs-, Druck-, Temperatur- und Schmerzempfindungen, jedoch sind nicht alle Teile der Mundhöhle in gleicher Weise an der Bildung dieser Empfindungen beteiligt. Am empfindlichsten für alle die genannten Empfindungsqualitäten erweist sich das Lippenrot und die Zunge, wobei der letztgenannten die Rolle eines ausgesprochenen Tastorgans zukommt, das in der Zungenspitze am meisten ausgebildet ist und in bezug auf die Leistung die gleichen Sinnesorgane an anderen Stellen des Körpers bei weitem übertrifft. Dies gilt namentlich

für den Ortssinn der Zunge; dabei kommt ihr noch zustatten, daß sie Bewegungen ausführen und so die Objekte mit bewegter Sinnesfläche abtasten kann. Auch Temperatur- und Schmerzempfindung vermittelt die Zunge in weiterem Ausmaße als die übrige Mund- und Wangenschleimhaut sowie die des harten und weichen Gaumens. Einzelne Teile der Wangenschleimhaut, des hinteren Teiles des Mundraumes sowie der hinteren Zungenhälfte haben eine wenig ausgebildete Schmerzempfindlichkeit. Die Empfindlichkeit des Zahnbeins hat ihren Sitz in den Protoplasmafortsätzen der Odontoblasten, den Tomesschen Fasern. Nerven finden sich im Dentin nicht; die Tomesschen Fasern vermitteln die Empfindung, nach Durchschneidung hört die Empfindlichkeit sofort auf. Die Tomessche Faser ist hochorganisierte lebende und funktionierende Zellsubstanz, ein Teil der Odontoblastenzelle, eine Verlängerung ihrer Kernsubstanz, gewissermaßen ein funktionierendes Organ der Zelle. Eine Berührung einer solchen Faser kommt einer Berührung der Odontoblastenzelle selbst gleich. Diese steht mit Nervengängen in der Pulpa in physiologischer Verbindung. Die Odontoblastenfortsätze des Dentins haben noch eine ernährende Funktion; sie sind notwendig, um die Eigenschaften des Dentins unversehrt zu erhalten. Die Empfindlichkeit des Dentins ist am stärksten an der Schmelzdentingrenze, wo die Odontoblastenfortsätze stark verzweigt sind; in den tieferen Schichten nimmt sie merklich ab. Einige Stellen der Wangenschleimhaut sind sogar normalerweise schmerzfrei. Auch die Zähne besitzen Tast-, Temperatur- und Schmerzempfindung. Die Schwelle für die Berührungs- und Tastempfindung der Zähne liegt jedoch wesentlich höher als die der Zungen- und Wangenschleimhaut und auch der Hautoberfläche. Leichte Berührungen werden nicht empfunden, erst bei einem gewissen Druck wird eine solche erkannt, wobei deutlich unterschieden wird, ob die Berührung beziehungsweise der Druck die äußere oder innere Zahnfläche getroffen hat. Die Zähne besitzen auch ein Lokalisationsvermögen; zwei auf die Zahnfläche gleichzeitig applizierte Reize (Zirkelspitzen) werden als doppelt empfunden, wenn sie ungefähr 5—6 *mm* voneinander entfernt sind. Auch Wärme- und Kälteempfindung ist an den Zähnen zu erzielen, doch müssen die Temperaturreize wesentlich höher liegen als für die Wangen- und Zungenschleimhaut[1]. Temperaturreize von 60 bis 75° werden als warm empfunden, darüber hinaus als heiß. Bei 5° C tritt Kälteempfindung ein. Alle bisher genannten Empfindungen in der Mundhöhle stehen in inniger Beziehung zur Nahrungsaufnahme, zur Zer-

[1] Die thermische Empfindlichkeit der Zähne äußert sich in einer eigentümlich stechenden Schmerzempfindung in den Zähnen, wenn sie einem Temperaturwechsel ausgesetzt werden. Diese normale Empfindlichkeit kann sich zu einer krankhaften Überempfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen entwickeln, wobei es sich um eine Hyperämie der Pulpa infolge Gefäßveränderungen handelt.

kleinerung und insbesondere zur Durchmusterung derselben, indem durch sie die Bewegungen der Zungen- und Kaumuskulatur beständig reguliert, die Größe und Beschaffenheit des Bissens kontrolliert und die Sekretion in der Mundhöhle in bestimmtem Sinn beeinflußt wird.

Der Geschmacksinn.

Eine besondere Rolle nimmt in dieser Beziehung der Geschmacksinn ein, dem die wichtige Aufgabe zufällt, zum Teil durch von ihm allein vermittelte spezifische Empfindungen, zum Teil in Gemeinschaft mit den Tastempfindungen einerseits als Schutzapparat zu dienen, anderseits durch die Erregung von Lust- und Unlustempfindungen in die Vorgänge der Ernährung einzugreifen, und zwar den Trieb zur Nahrungszufuhr anzuregen und die Absonderung von Verdauungssäften auszulösen. Die die Geschmacksempfindung vermittelnden Sinnesapparate befinden sich zum großen Teil in der Mundhöhle, zu einem geringeren Teil außerhalb derselben. In der Mundhöhle selbst sind es vor allem die Zunge und der weiche Gaumen, welche Geschmacksempfindungen vermitteln. Von der Zunge selbst ist die Spitze, ihre Ränder und die hinteren Partien des Rückens der Sitz von Geschmacksorganen. Unempfindlich für Geschmacksreize ist der harte Gaumen, die gesamte Wangen- und Lippenschleimhaut sowie das Zahnfleisch. An der Uvula und den Tonsillen ist das Geschmacksvermögen nicht konstant. Im allgemeinen bestehen aber sehr große individuelle Unterschiede in bezug auf die Verbreitung des Geschmacksorgans, insbesondere zeigt das Kind einen größeren Reichtum an Geschmacksapparaten als der Erwachsene. So ist bei ihm der Zungenrücken in seiner ganzen Ausdehnung mit Geschmacksvermögen begabt, während das beim Erwachsenen nicht mehr der Fall ist. Auch die Wangenschleimhaut des Kindes scheint Geschmacksorgane zu besitzen. Bei einem Erwachsenen ist stets ein bestimmter Teil der Zungenoberfläche für den Geschmack unempfindlich. Diese unempfindliche Zone ist verschieden groß, je nach der Art der angewendeten Geschmacksreize. Am kleinsten ist sie für die sauren, am größten für die Bitterstoffe. Doch bestehen auch in dieser Beziehung sehr große individuelle Unterschiede, was wohl damit zusammenhängen dürfte, daß die Schleimhaut einer großen Anzahl von Insulten ausgesetzt ist.

Die Organe des Geschmacksinnes sind die sogenannten Geschmacksknospen, welche sich aus zwei Arten von Zellen aufbauen, den Stütz- und Schmeckzellen. Die Nervenfasern treten marklos zwischen die Zellen der Knospen hinein und dringen von unten an die Schmeckzellen vor. Die Hauptmasse der Geschmacksknospen befindet sich auf den Papillen der Zunge, und zwar am reichlichsten auf den Papillae circumvallatae des hin-

teren Zungenrückens. Auf dem vorderen Teil der Zunge sind die Papillae fungiformes die Träger der Geschmacksknospen.

Als Geschmacksnerven kommen für die in der Mundhöhle befindlichen Geschmacksorgane wesentlich der Nervus lingualis und der Glossopharyngeus in Betracht. Der erstere versorgt die vorderen zwei Drittel der Zunge, der letztere die hinteren Teile derselben, den Zungengrund und den weichen Gaumen.

Nach Durchschneidung des Nervus glosso-pharyngeus gehen die Geschmacksknospen zugrunde. Die im Nervus lingualis verlaufenden Fasern werden ihm von der Chorda tympani zugeführt. Die Herkunft dieser in der Chorda verlaufenden Geschmacksfasern ist noch strittig.

Als Geschmacksreize kommen wesentlich nur Stoffe in Betracht, welche sich in der Mundflüssigkeit lösen. Eine Ausnahme hiervon bildet die Tatsache, daß Metalle geschmeckt werden. Doch ist diese Ausnahme nur eine scheinbare; es handelt sich dabei nicht um eine adäquate Reizung, sondern nur um eine elektrische Reizung der Geschmacksorgane. Anderseits gibt es Stoffe, die sich in der Mundflüssigkeit lösen, ohne geschmeckt zu werden. Auch Dämpfe und Gase können Geschmacksempfindungen hervorrufen, vermutlich dann, wenn sie sich in der Mundflüssigkeit lösen, so insbesondere Chloroformgas.

Auf welche Weise das Geschmacksorgan durch die schmeckenden Stoffe erregt wird, ist unbekannt. Ebenso weiß man nichts über die chemischen und physikalischen Eigenschaften der schmeckbaren Stoffe, auf denen die verschiedenen Qualitäten des Geschmacks beruhen. Die zahlreichen Untersuchungen, welche dazu angestellt wurden, um zwischen den chemischen Eigenschaften und dem Geschmack der verschiedenen Stoffe bestimmte Beziehungen festzustellen, haben keine eindeutigen Resultate ergeben. Sicher ist, daß viele Stoffe, die die gleichen Geschmacksempfindungen hervorrufen, wie insbesondere die süß schmeckenden, eine große Verschiedenheit in bezug auf ihre chemische Konstitution aufweisen.

Damit eine Substanz geschmeckt werden kann, muß sie mit dem Geschmacksorgan in Berührung gebracht werden. Die in den Mund gebrachten Nahrungsstoffe berühren allmählich nacheinander die ganze Mundhöhlenschleimhaut. Die Intensität des Geschmacks wird durch die Dauer der Erregung und die Zahl der erregten Organe bedingt. Eine längere Einwirkung und Vermehrung der Flüssigkeitsmenge bewirkt, daß sonst unmerkbare Geschmäcke empfunden werden. Bewegungen der Zunge scheinen zum Geschmack nicht notwendig zu sein, dagegen wird durch Reiben die Schmeckbarkeit erhöht, was wohl damit zusammenhängen dürfte, daß dadurch das Eindringen der schmeckenden Substanzen in die Schmeckbecher erleichtert wird. Darauf läßt sich zurückführen, daß Substanzen bei ruhig

gehaltener Zunge gar nicht geschmeckt werden, sondern erst dann, wenn dieselbe an den Gaumen gedrückt wird, ein Vorgang, der häufig beim Schmecken (Kosten) von Flüssigkeiten angewendet wird. Bei festen Substanzen kommt auch die Einspeichelung bei dem Herumwälzen im Mund in Betracht.

Die adäquaten Reize des Geschmacksorgans sind gewisse wasserlösliche Substanzen, die das Sinnesorgan durch chemische Reizung erregen. Mechanische und thermische Reize sind nicht imstande, auf die Geschmacksorgane einzuwirken. Bemerkenswert ist, daß die Mehrzahl der Nahrungsstoffe im Wasser unlöslich und somit geschmacklos sind, wie die Fette, die kolloidalen Kohlehydrate und kolloidalen Eiweißkörper. Erst durch die ihnen beigemengten Spuren löslicher Stoffe vermögen sie auf die Geschmacksorgane einzuwirken. Die Intensität der Geschmacksempfindung hängt mehr von der Konzentration der Lösung als von der absoluten Menge ab. Eine bestimmte Menge in wenig Flüssigkeit gelöst ergibt niedrigere Schwellenwerte als dieselbe Menge in einer größeren Menge Wasser gelöst. Auf diesem Umstande beruhen auch die schwankenden Angaben für die Reizschwelle. Für verschieden schmeckende Substanzen ist die Reizschwelle verschieden. So beträgt die eben merkliche Konzentration für Chininsulphat 0·0001%, für Schwefelsäure 0·001%, für Kochsalz 0·4%, für Rohrzucker 1%.

Abgesehen von der Menge der reizenden Substanzen ist der Reizerfolg abhängig von der Größe der Fläche, von der Dauer der Einwirkung, von der Temperatur und dem Erregbarkeitszustand des nervösen Apparats. Das Temperaturoptimum liegt ungefähr zwischen 10 und 20°. Nach Behandlung mit Eis oder Wasser von 50° C ist die Zunge für eine kurze Zeit für sehr starke Geschmacksreize unempfindlich. Bloß der saure Geschmack wird anscheinend weder durch Wärme noch durch Kälte beeinflußt. Es gibt hauptsächlich vier Qualitäten der Geschmacksempfindung: süß, sauer, bitter und salzig. Andere Empfindungen, wie z. B. die aromatische, ölige, brennende, zusammenziehende, sind entweder Mischempfindungen von Geschmacks- und anderen Empfindungen, wie Geruchs-, Tast- und Temperaturempfindungen, oder bloß solche allein. Der fade Geschmack wird durch salzarme Lösungen bewirkt. Die einzelnen Abschnitte der mit Geschmacksorganen versehenen Gebilde der Mundhöhle besitzen für die gleichen Geschmacksreize nicht dieselbe Empfindlichkeit. So ist dieselbe für Bitterstoffe am Zungengrund am größten, für andere Stoffe wieder größer an der Zungenspitze und an den Rändern; ein und derselbe Stoff kann an verschiedenen Zungenstellen verschiedenen Geschmack hervorrufen, so z. B. an der Spitze süß, am Grund bitter. Es scheint, daß sich die verschiedenen Zungenpapillen für verschiedene Geschmacksreize verschieden verhalten. Einzelne Geschmacksknospen reagieren nur auf Reizung mit süßen, andere nur auf Reizung mit bitteren

Stoffen. Die verschiedenen Geschmacksempfindungen unterscheiden sich dadurch, daß sie durch verschiedene Mittel in verschiedener Weise beeinflußt werden. So hebt Kokain in schwacher Lösung die Bitterempfindung und in viel stärkerer Lösung auch die übrigen Geschmacksempfindungen auf. Die Gymnemasäure, ein aus einer indischen Pflanze gewonnenes Mittel, beseitigt auf Stunden die Empfindungen von Süß und Bitter, während die anderen unverändert bleiben. Diese und ähnliche Beobachtungen lassen die Annahme zu, daß es viererlei, mit verschiedenen spezifischen Energien begabte Geschmacksfaserarten gibt. Es wäre aber auch denkbar, daß der Sinnesnerv verschiedene Erregungsformen leiten kann und in dem Endorgan (Schmeckzellen) Einrichtungen getroffen sind, durch welche dasselbe leichter auf die Einwirkung bestimmter Reizstoffe anspricht als auf eine solche anderer Stoffe, derart, daß die Schmeckzellen wohl auf Geschmacksreize, aber in sehr ungleichem Maße, reagieren.

Im Gebiet des Geschmacksinnes gibt es eine Reihe von Umstimmungserscheinungen. So bewirkt die Ausspülung des Mundes mit chlorsaurem Kali, das selbst nur einen schwachen Geschmack besitzt, daß darnach reines Wasser oder Tabaksaft süß schmeckt. Auch Kupfersulphat hat eine ähnliche Wirkung. Eine $^1/_{10}{}^0/_0$ige Kochsalzlösung, die selbst durch ihren Geschmack sich von dem des Wassers kaum unterscheidet, macht den süßen Geschmack des Zuckers wesentlich intensiver. Auch Kontrasterscheinungen kommen im Gebiet des Geschmacksinnes vor. Ein Teil derselben fällt wohl unter die eben genannten Umstimmungserscheinungen. Zu den ersteren gehört die bekannte Erfahrung, daß säuerliche Substanzen saurer schmecken, wenn zuvor süße genossen wurden. Manche Substanzen hinterlassen einen deutlichen Nachgeschmack. Dieser ist wohl meistens als eine Wirkung von zurückbleibenden Spuren schmeckender Stoffe zu erklären und keine eigentliche Nachempfindung. Im Gebiet des Geschmacksinnes gibt es auch Erfahrungen, welche für das Auftreten von Mischempfindungen von zwei Geschmacksreizen sprechen. Dabei sind zwei Fälle möglich; entweder beeinflussen sich die beiden Geschmacksreize gegenseitig, oder es gesellt sich zu einem intensiven Geschmacksreiz ein anderer hinzu, der diesen an Intensität übertrifft. Doch soll es auch reine Mischempfindungen geben; zu diesen gehört die Mischung von Zucker und Kochsalz, die bei einem bestimmten Mischungsverhältnis weder süß noch salzig schmeckt. Nicht zu verwechseln damit sind die sogenannten Kompensationserscheinungen, welche darauf beruhen, daß die Geschmacksempfindungen durch Empfindungen in anderen Sinnesgebieten, wie insbesondere des Geruches und Tastsinnes, beeinflußt werden. Es ist bemerkenswert, daß hierbei die drei Sinne: Geruch-, Geschmack- und Tastsinn, vielfach ineinandergreifen. Auf diesen Tatsachen beruht das Prinzip der sogenannten Geschmackskorrektion in der Pharmazeutik zum

Zweck der Unterdrückung unangenehmer bitterer oder saurer Geschmacksreize. Starke Reize auf dem Gebiet eines Sinnes vermögen die Reize eines andern Sinnes zu unterdrücken oder auf ein geringeres Maß abzuschwächen.

Was die zeitlichen Verhältnisse bei der Geschmacksempfindung anbelangt, so sind dieselben an verschiedenen Stellen verschieden. Dieselben sind für den salzigen Geschmack am kürzesten, dann folgen Süß, Sauer und Bitter. Über die Unterschiedsschwellen der Geschmackseindrücke ist wenig bekannt. Die lange Nachdauer des Geschmacks erschwert diesbezügliche Versuche. Die verschiedenen Geschmacksempfindungen besitzen eine deutliche Gefühlsbetonung, das Süße wird im allgemeinen als angenehm, das Bittere als unangenehm empfunden. Speziell beim Kind sind diese Momente deutlich ausgeprägt; bei diesem löst der süße Geschmack Saugbewegungen aus, der bittere hemmt dieselben.

Mundhöhle und Atmung.

Die Luftwege des Menschen und der luftatmenden Tiere kommunizieren mit der Außenwelt durch die Mund- und Nasenhöhle, durch welche die zur Ventilation der Lungen notwendigen Luftmengen ein- und ausstreichen. Unter normalen Verhältnissen erfolgt jedoch dieser Austausch zwischen Lungenluft und Außenluft durch die Nasenhöhle. Die Mundhöhle stellt gewissermaßen nur einen Reservekanal dar, der unter gewissen Bedingungen in Anspruch genommen wird. Bei niederen Tieren, so insbesondere bei kiementragenden Fischen, wo der Gaswechsel durch das die Kiemen bespülende Wasser besorgt wird, ist die Mundhöhle das einzige Einlaufrohr des Atemkanals. Die Art und Weise, wie die Mundhöhle als Eingangspforte für den Luftstrom neben der Nasenhöhle benutzt wird, ist bei verschiedenen Tieren recht verschieden. Bei manchen wird die Mundatmung sehr leicht und häufig neben der Nasenatmung beansprucht, bei anderen wieder erfolgt sie nur bei sehr erschwerter Verhinderung der Nasenatmung, ja manche Tiere sind überhaupt nicht imstande, bei verschlossener Nasenhöhle die Luft durch die Mundhöhle in die Lunge zu leiten. Beim Menschen spielt die Mundatmung nur eine ganz untergeordnete Rolle. Die normale ruhige Atmung vollzieht sich ausschließlich durch die Nasenhöhle. Bei angestrengter Atmung atmet der Mensch auch durch die Mundhöhle, und bei dauernden Verengerungen der Atemwege in der Nase, durch Erkrankungen und Mißbildungen derselben, kann sich eine dauernde Mundatmung etablieren. Da in der Mundhöhle nicht jene Vorkehrungen getroffen sind wie in der Nasenhöhle, die im weitesten Sinn des Wortes als Schutzapparate für die Lungen aufzufassen sind, so kann es im Gefolge einer dauernden Mundatmung zu Schädigungen mancherlei Art kommen. Beim Menschen wird die Mundatmung bei verhinderter Nasenatmung viel eher

in Verwendung genommen als solche durch Verwendung von Hilfsmuskeln der Nase, während bei vielen Tierarten die Mundatmung erst als letztes Hilfsmittel in Anspruch genommen wird. Bei gesteigertem Atembedürfnis wird bei manchen Tieren die Mundhöhlenatmung noch dadurch unterstützt, daß die Zunge Atembewegungen ausführt, insbesondere bei jenen Tieren, bei welchen es sich um vermehrte Wasserverdunstung handelt. Eine spezielle Rolle spielt die Mundhöhle beim Menschen bei einigen besonderen Formen von Atembewegungen. Hierher gehören insbesondere das Räuspern, Gähnen, Husten, Seufzen und Schluchzen; beim Husten in der Form, daß durch reflektorisch hervorgerufene Exspirationsstöße Luft und Schleim durch die Mundhöhle herausgetrieben werden. Auch das Räuspern besteht aus Exspirationsstößen durch den engen Raum zwischen der Zungenwurzel und dem niedergezogenen weichen Gaumen. Das Gähnen ist eine langsame und anhaltende Inspiration bei krampfhaft weit geöffnetem Mund. In mittelbarer Beziehung zur Atmung steht die Mundhöhle durch ihre Aufgabe bei der Stimm- und Sprachbildung, indem es sich dabei um die Ausnutzung der ein- und ausgeatmeten Luft handelt.

Mundhöhle und Stimmbildung.

Die durch den Kehlkopf und die Rachen-, Mund- und Nasenhöhle streichende Exspirationsluft, ausnahmsweise auch die Inspirationsluft wird dazu benutzt, um Teile dieser Organe in Schwingungen zu versetzen und dadurch Klänge und Geräusche hervorzurufen. Die ersteren allein bilden die Stimme, beide zusammen bilden die Bausteine der Sprache. Das stimmgebende Organ der Säugetiere und des Menschen ist der Kehlkopf, der hierbei wie eine membranöse Zungenpfeife wirkt. Die Lungen und der Brustkorb stellen den Windkasten, die oberhalb des Kehlkopfes gelegenen Abschnitte des Respirationstraktes, wie Mund-, Nasen- und Rachenhöhle, das Ansatzrohr des Stimmapparats dar.

In den folgenden Betrachtungen sollen von den komplizierten Vorgängen, die sich bei der Stimmbildung abspielen, nur jene besprochen werden, die sich auf die Mundhöhle beziehen, und zwar insofern, als sie einerseits modifizierend die im Kehlkopf erzeugten Schwingungen beeinflußt, anderseits selbst zur Bildung von Schwingungen in ihr Veranlassung gibt.

Die Frequenz der im Kehlkopf erzeugten Schallwellen hängt von der Anzahl der Schwingungen der Stimmbänder ab und bedingt die Höhe des Stimmtones. Die Klangfarbe des im Kehlkopf erzeugten Tones ist bedingt durch die Art und Weise, wie die Stimmbänder zum Schwingen gebracht werden, und durch die Beschaffenheit derselben oder, was im wesentlichen dasselbe bedeutet, von der Art, Zahl und Stärke der in der Schallmasse enthaltenen Obertöne. Das Ansatzrohr, welches die im Kehlkopf erzeugten

Schallschwingungen passieren müssen, wirkt nun derart auf dieselben ein, daß es eine Anzahl von Obertönen zerstört, andere wieder abschwächt, also wie ein Resonanzapparat modifizierend beeinflußt. Die Art und Weise, wie die Schwingungsform der von den Stimmbändern kommenden Schallmassen durch die individuelle Gestalt und Beschaffenheit des Ansatzrohres und wohl auch der anderen resonierenden Apparate überhaupt beeinflußt wird, bestimmt im wesentlichen die verschiedene Klangfarbe der menschlichen Stimme. Bedingt nun die Form und Beschaffenheit der Mund- und Nebenhöhle die Klangfarbe des Individuums, so bietet sie dadurch, daß Einrichtungen getroffen sind, welche Gestalt- und Größenveränderungen ermöglichen, die Fähigkeit, der Stimme verschiedenen Klang zu verleihen. Der Hohlraum der Mundhöhle kann einerseits bei geschlossenem Kiefer durch luftdichtes Anlegen des Zungenrückens an den Gaumen und Näherung der Wangenschleimhaut fast bis zum Verschwinden gebracht werden, anderseits durch Öffnung des Mundes oder Senkung des Bodens in einen weiten Hohlraum umgewandelt werden, dessen Ausgangsöffnung die beweglichen Lippen bilden. Bei diesen Gestaltveränderungen spielen wesentlich das Gaumensegel und die Zunge eine wichtige Rolle. Das erstere vermag, wenn es gesenkt ist, den über den Kehlkopf befindlichen Luftraum mit den Hohlräumen der Nase in Verbindung zu setzen oder, wenn es erhoben ist, den Nasenraum von den unteren Teilen des Ansatzrohres abzusperren und nur die Mundhöhle mit ihm zu vereinigen. Bei einer Mittelstellung wird erreicht, daß sowohl durch Nase als Mundhöhle Luft entweichen kann. Der zweite Muskelapparat, der die Gestalt- und Raumveränderungen hervorrufen kann, ist die Zunge mit ihren eigenen und den von außen an sie herantretenden Muskeln. Durch die Gestalt- und Ortsveränderungen, deren die Zunge fähig ist, vermag sie den Raum, in welchem sie liegt, zu verengern oder zu erweitern, in einzelne Abteilungen zu zerlegen, welche entweder vollständig voneinander getrennt oder durch Spalträume miteinander verbunden sein können. Diese mannigfaltigen und komplizierten Einrichtungen, durch welche die Mundhöhle infolge verschiedener Spannung der Wände, durch verschiedene Länge, Breite und Gestalt derselben zu einem variablen Resonanzraum wird, kommen nun bei der Stimme weit weniger in Betracht als bei der Sprache, doch spielen sie immerhin auch da eine nicht unwichtige Rolle. Insbesondere tritt die Bedeutung der genannten Einrichtungen in der Mundhöhle bei den zwei Arten der Stimmbildung in Erscheinung, nämlich der Brust- und der Fistelstimme. Je nachdem das Ansatzrohr verlängert oder verkürzt, geschlossen, verengt oder erweitert wird, kann die Stimme entweder frei oder gehemmt nach außen treten und so eine verschiedene Klangfarbe bekommen, nach der Verschiedenheit der Resonanzräume, die in Mitschwingungen geraten. Bei der Bruststimme sind die Resonanzräume weit, so daß der Ton kräftig

und laut nach außen tönen kann. Die Resonanz des Ansatzrohres tritt zurück gegen die mächtigen Erschütterungen des Brustraumes, der als großer Resonanzkasten der Bruststimme ihre Kraft verleiht. Bei der Fistelstimme dagegen ist das Ansatzrohr und seine Umgebung vorzugsweise Resonanzapparat. Es scheint, als ob die Töne im Ansatzrohr und in seiner Umgebung in dem Kopf entstehen, daher auch die Fistelstimme vielfach Kopfstimme genannt wird.

Liegt also die physiologische Bedeutung des Ansatzrohres bei der Stimmbildung darin, den Klang der Stimme durch Gestaltveränderungen wechseln zu lassen, so kommt ihm außerdem noch die Aufgabe zu, die Tonwellen zusammenzuhalten und ihnen eine bestimmte Richtung zu geben, indem die Mundhöhle und speziell die Mundöffnung dorthin gerichtet wird, wo die Stimme vernommen werden soll.

In der Mundhöhle selbst können gelegentlich Töne erzeugt werden. Dieselben haben zweierlei Entstehungsursachen; sie kommen entweder nach Art des Zungenmechanismus oder nach Art der sogenannten kurzen Pfeifen zustande. Als Zungen kommen in Betracht erstens einmal die Lippen, dann die Zunge und das Gaumensegel. Treibt man Luft mit einiger Kraft durch die enge Öffnung zwischen den zusammengepreßten Lippen, so schwingen sie rhythmisch und unterbrechen den Luftstrom genügend schnell, um Klänge zu erzeugen. Die Zunge kann ebenfalls nach Art einer akustischen Zunge den Luftstrom rhythmisch unterbrechen, indem sie sich an den harten Gaumen anstemmt und bald einen Verschluß bildet, bald wieder der Luft einen freien Raum zum Durchtritt gewährt. Das Gaumensegel endlich kann durch Schwingungen tiefe Töne erzeugen, was insbesondere beim Schnarchen vorzukommen pflegt. Endlich können in der Mundhöhle Pfeiftöne erzeugt werden; sie entstehen dadurch, daß die Exspirationsluft durch zwei Engen hindurchgepreßt wird, von denen die eine zwischen dem Zungenrücken und dem harten Gaumen, die zweite zwischen den zugespitzten Lippen hergestellt wird. Dadurch, daß sich die Zunge an den Unterkiefer fest anlegt und in ihrer Mitte ein wenig erhöht, bildet sich zwischen beiden Engen ein Hohlraum, dessen Luft durch den Exspirationsstoß mitgerissen wird. Dadurch entsteht in diesem Hohlraum eine Luftverdünnung und durch die nachströmende atmosphärische Luft wieder eine Verdichtung. So gibt der kontinuierliche Luftstrom zu einer diskontinuierlichen Bewegung und bei entsprechender Frequenz zu Tönen Veranlassung.

Mundhöhle und Sprache.

Die Elemente der Sprache sind Klänge und Geräusche, welche entweder im Kehlkopf allein oder im Ansatzrohr oder in beiden zusammen erzeugt werden. Man zerlegt gewöhnlich diese Sprachlaute in zwei größere

Gruppen, nämlich in Vokale und Konsonanten. Die Vokale sind, physikalisch betrachtet, Klänge, die Konsonanten Geräusche. Beide kommen durch die Beteiligung der Rachen-, Mund- oder Nasenhöhle zustande, welche die Rolle des Resonanzrohres spielen. Ertönt gleichzeitig der Kehlkopf mit, so werden diese beiden Sprachelemente zu tönenden, fehlen die Kehlkopftöne, so bezeichnet man eine solche Sprache als Flüstersprache. Die letztere, die auch ohne Kehlkopf ausgeführt werden kann, ist ein Beweis dafür, daß bei der Sprache dem Resonanzrohr eine wesentliche Bedeutung zukommt, während dasselbe beim Gesang nur von einer untergeordneten Bedeutung ist. Das bei der Sprache in Verwendung tretende Ansatzrohr besteht aus festen Teilen, wie dem harten Gaumen, den Wänden der Nasenhöhle, und aus beweglichen, wie den Lippen, der Zunge und dem Gaumensegel. Die Formveränderungen dieses Rohres erzeugen im wesentlichen die verschiedenen artikulierten Geräusche und Klänge. Diese Veränderungen bestehen zum Teil in Verengerungen oder Verschlüssen, wodurch der Austritt des Luftstroms erschwert oder gehemmt wird, anderseits in Bildung von einzelnen Abteilungen des Resonanzrohres, die miteinander kommunizieren können oder voneinander getrennt sind. Man kann im allgemeinen sagen, daß die Vokale Klänge sind, die im Kehlkopf entstehen und im Resonanzrohr ihren spezifischen Charakter erhalten, dadurch, daß ein oder mehrere Töne der Klangmasse in ihm modifiziert werden. Die Konsonanten sind Geräusche oder Klänge, welche fast immer im Ansatzrohr entstehen, wenn sie auch gelegentlich mit Kehlkopftönen zusammenklingen.

Speziell bei der Vokalbildung ist die Mundhöhle hauptsächlich beteiligt. Bei geschlossenem Mund kann die Stimme keinen Vokalklang annehmen. Beim Aussprechen der Vokale nimmt die Mundhöhle mannigfache Formen an, so daß jedem Vokal eine bestimmte Gestalt derselben zukommt. Diese Einstellung erfolgt durch Bewegung der Lippen, der Zunge, des Gaumensegels und der Kiefer. Der jeweilige Klangcharakter der Vokale wird sowohl durch die verschiedene Größe der Mundöffnung und des Mundkanals als auch durch beide zusammen bedingt. Man kann die Vokale nun in zwei Reihen teilen, in die sogenannte a-, o-, u-Reihe, welche vorwiegend durch Veränderung der Lippenstellung oder der Mundöffnung ineinander übergehend, und in die a-, e-, i-Reihe, bei welcher sich der Übergang durch Annähern der Zunge an den harten Gaumen vollzieht.

Die für die einzelnen Vokale charakteristischen Formen der Mundhöhle sind folgende:

Beim a erweitert sich die Mundhöhle durch Öffnung der Kiefer trichterförmig von hinten nach vorn, die Zunge liegt dabei platt auf dem Boden der Mundhöhle.

Beim Übergang von a in o wird die Mundöffnung durch leichte Annäherung der Kiefer und Lippen stark verengt, so daß die Öffnung eine schmale Spalte bildet; die Zunge wird zurückgezogen und die Mundhöhle dadurch in einen länglichen, ovalen Hohlraum mit spaltförmiger Öffnung verwandelt.

Beim u werden die Lippen noch mehr genähert und vorgeschoben, die Zunge noch stärker zurückgezogen und hohl gekrümmt. Das Ansatzrohr gleicht demnach beim u einer rundlichen Flasche ohne Hals mit zwei gegenüberliegenden Öffnungen, von denen die Ausgangsöffnung zwischen den Lippen eng, die Eingangsöffnung mäßig weit ist.

Beim Übergang von a zu e rückt die Zunge mit ihrer Spitze gegen den harten Gaumen vor, so daß zwischen ihnen ein spaltförmiger Kanal offen bleibt, während die Zungenwurzel sich etwas senkt, wodurch der sogenannte Kehlraum gebildet wird. Die Mundhöhle gewinnt dadurch die Form einer kleinen bauchigen Flasche mit kurzem, mäßig engem Hals.

Beim Übergang zum i wird die Zungenspitze dem harten Gaumen mehr und in größerer Ausdehnung genähert, während der Kehlraum durch ein stärkeres Herabziehen der Zungenwurzel noch stärker erweitert wird. Die Mundhöhle erhält dadurch die Form einer Flasche mit größerem Hohlraum, aber mit längerem und engerem Hals als beim e.

Durch Mittelstellungen entstehen die Zwischenvokale, Umlaut ä, ö und ü.

Die Diphthonge ei, au und andere entstehen durch den Übergang von einem Vokal zum andern und können daher auch nicht während eines längeren Zeitraumes angehalten werden.

Bezüglich des Abschlusses der Nasenhöhle durch das Gaumensegel wäre zu bemerken, daß dasselbe beim a am wenigsten gehoben wird. Der festeste Verschluß erfolgt beim i und u. Beim Näseln öffnet sich die Gaumenklappe mehr oder weniger.

Was das Wesen der Vokale anbelangt, so stimmen alle Anschauungen darin überein, daß die charakteristische Gestalt der Mundhöhle mit ihrem Eigenton (Mundton oder Formant) den Stimmklang des Kehlkopfes beeinflußt. Die ältere Anschauung ging dahin, daß ein oder mehrere Obertöne von bestimmter Höhe durch Resonanz verstärkt werden. Wird dieser Mundhöhlenresonanzton oder eine Reihe ihm benachbarter Teiltöne in der Klangmasse verstärkt, so erhält der ganze Klang vokalische Färbung. Diese Anschauung hat zur Voraussetzung, daß der Formant eines Vokals ein Oberton des Grundtones und zum Kehlton harmonisch sein muß. Nach den neueren Anschauungen wird jedoch angenommen, daß das Wesentliche eines Vokals darin besteht, daß der Mundton, dessen Höhe für jeden

Vokal gegeben ist, durch die Stimme intermittierend oder oszillierend angeblasen wird und so die Schwingungen dieses Tones in der Periode des vom Kehlkopf angegebenen Grundtones Verstärkungen und Schwächungen (Schwebungen) erfahren; dabei ist es gleichgültig, ob die Periode des Stimmtones einen genauen Bruchteil der großen Periode ausmacht oder nicht, so daß von einem dauernden harmonischen Verhältnis zueinander nicht gesprochen werden kann. Die Tonhöhen der als selbständig auftretenden Formanten der Hauptvokale sind nach neueren Bestimmungen folgende:

Vokale: u — c^1 — f^1 — d^2 — e^2
o — c^2 — dis^2
a — e^2 — gis^2
e — d^2 — e^2 — ais^3 — h^3
i — e^4 — f^4.

Im Gegensatz zu den Vokalen sind die Konsonanten vorwiegend Geräusche, welche dadurch entstehen, daß an irgendeiner Stelle des Ansatzrohres, der sogenannten Artikulationsstelle, entweder eine Verengerung herbeigeführt wird, an welcher der durchtretende Luftstrom ein Geräusch erzeugt, oder ein solches durch Verschluß oder plötzliches Öffnen der Artikulationsstelle gebildet wird. Die so entstehenden Laute heißen Reibungs- oder Verschlußlaute. Den Übergang zu den eigentlichen Konsonanten bilden die sogenannten Halbvokale, die man einteilt erstens in die glatten Halbvokale m, n, bei welchen unter Verschluß des Mundes die zur Lautbildung dienende Luft durch die Nase entweicht, wobei für das m der Verschluß durch die Lippen, bei n durch die Zunge gebildet wird, und l, bei welchem sich die Zunge mit ihrem Rand dicht oberhalb der Vorder- und Backenzähne an den Alveolarfortsatz des Oberkiefers anlegt, zweitens in die sogenannten remittierenden Halbvokale oder r-Laute oder auch Zitterlaute. Diese sind dadurch charakterisiert, daß der Laut durch ein erzitterndes Verschlußorgan periodisch zu- oder abnimmt oder ganz unterbrochen wird. Die Zahl der Unterbrechungen schwankt zwischen 20—40 in der Sekunde. Diese Gruppe wird ausschließlich von den verschiedenen Arten des r gebildet, das mit dem weichen Gaumen, mit der Zunge, den Lippen und dem Kehlkopf gesprochen wird. Die physikalische Natur der Halbvokale ist noch nicht hinlänglich festgestellt. Beim Klang der glatten Halbvokale l, m, n soll es zur Bildung von Formanten kommen. Die übrigen Konsonanten werden eingeteilt in aphonische und phonische, je nachdem sie von einem gesonderten Kehlkopfton begleitet sind oder nicht. Die aphonischen Explosivlaute sind p, t und k, die phonischen b, d und g. Die aphonischen Dauer-

geräusche sind f, s, sch und ch, die phonischen Dauergeräusche sind w und s.

Eine Übersicht über die Einteilung der Konsonanten gibt folgende Zusammenstellung:

System der Halbvokale oder Liquidae.

	Labiale	Alveolare oder vordere palatale	Hintere palatale oder velare	Laryngeale oder postvelare
Nasenlaute	m	n	ng	—
Im Mund resonierende Laute	—	l	l	—
Zitterlaute	r	r	r	r

System der tönenden Konsonanten.

	Labiale und labio-dentale	Alveolare und vordere palatale	Hintere palatale und velare
Explosivlaute	b	d	g
Reibungslaute	w	s	j
	—	z	—
	—	th	—

System der stummen Konsonanten.

	Labiale und labio-dentale	Alveolare und vordere palatale	Hintere palatale oder velare	Laryngeale oder postvelare
Explosivlaute	p	t	t	—
	—	—	k	—
	—	—	q	—
Reibungslaute	f	s	sch	h
	—	th	—	—
	—	z	—	—

Literaturübersicht.

P. Grützner, Stimme und Sprache. Ergebnisse der Physiologie. Asher-Spiro I/2, 1902, S. 466.

F. Kraus, Die Erkrankungen der Mundhöhle und der Speiseröhre. In: Nothnagel, Spezielle Pathologie und Therapie Bd. XVI, Teil I.

Nagel, Physiologie des Geschmacksinnes. Handbuch der Physiologie des Menschen III/2.

Cohnheim, Physiologie der Verdauung. Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen II 2.

Pawlow, Die äußere Arbeit der Verdauungsdrüsen und ihr Mechanismus. Ebenda.

Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1905, 3. Aufl.

Landois, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1905, 11. Aufl.

L. Luciani, Physiologie des Menschen. 1907. Deutsche Übersetzung.

Chemie der Mundhöhle.

Von

Ernst Freund.

Die Mundflüssigkeit

ist das Sekret der Speicheldrüsen, die teils in der Schleimhaut der Mundhöhle verteilt sind (kleine Speicheldrüsen), teils sich in der Umgebung der Mundhöhle befinden (drei Paar große Speicheldrüsen), ihr Sekret aber in die Mundhöhle ergießen.

Man unterscheidet zwei Gruppen Drüsen:

1. Eiweißdrüsen mit einem dünnflüssigen Sekret, welche nur Eiweißstoffe, Salze und diastatische Fermente enthalten, dazu gehören: die Ohrenspeicheldrüse (beim Kaninchen die Unterkieferdrüse) und ein Teil der Drüsen der Zungenschleimhaut.

2. Schleimdrüsen mit einem fadenziehenden Sekret, das recht geringe Mengen Eiweiß, Salze und als charakteristischen Bestandteil Muzin enthält. Dahin gehören bei den meisten Tieren die Unterkieferdrüsen sowie ein Teil der Drüsen der Mundhöhle; die Unterkieferdrüse des Menschen stellt eine Mischform dar.

Daß es verschiedene Flüssigkeiten sind, die durch ihre Mischung den Speichel bilden, erkennt man leicht, wenn man ohne zu schlingen den Mund über ein Glas hält und die Flüssigkeit abtropfen läßt (Hoppe-Seyler). Dabei bilden sich sowohl klar hinabfallende Tropfen als auch solche, welche schleimige Fäden nach sich ziehen. Im Glas mischen sich die beiden Flüssigkeiten nicht sofort. Auch durch Kauen eines Stückchens Schwamm und zeitweiliges Ausdrücken desselben lassen sich größere Mengen Speichel gewinnen (Sticker).

Aus den Drüsensekreten gemischt, stellt der Speichel des Menschen eine farblose, leicht trübe oder opalisierende, mehr weniger fadenziehende, leicht schäumende Flüssigkeit ohne Geruch und Geschmack dar, die an der Luft beim Stehen sich etwas trübt (manchmal sich mit einer aus Kaliumkarbonat und organischer Substanz bestehenden Haut überzieht) und sich

in eine obere durchsichtige, bläulichweiße, eine untere trübe, gelbweiße Schicht scheidet, welch letztere aus Schleimflocken, Speichelkörperchen und Mundhöhlenepithelien besteht.

Qualitative Zusammensetzung.

Der gemischte Speichel enthält an organischen Stoffen: Eiweiß, Muzin, Fermente (Ptyalin, Maltose, Oxydase), Rhodansalze, an anorganischen Stoffen: Chloride, Bikarbonate und Phosphate von Kalium und Natrium sowie Kalk und Magnesium, Spuren von Ammoniak und Sulfaten[1].

Die Natur des von den Eiweißdrüsen abgesonderten Eiweißkörpers ist nicht genauer bekannt, nach einzelnen Angaben scheint es sich um globulinartige Substanzen zu handeln. Bei Morbus Brightii ist Erhöhung des Gehaltes angegeben. Auf den Eiweißgehalt ist die beim Kochen mit Salpetersäure entstehende Gelbfärbung und Rotgelbfärbung bei Übersättigung mit Lauge oder Ammoniak zu beziehen (Rosenthal).

Muzine sind Glykoproteide, also Substanzen, die bei der Säurespaltung nicht nur Bausteine des Eiweißkörpers geben, sondern auch einen Kohlenhydratkomplex, und zwar Glukosamine, abspalten, sie geben alle bekannten Eiweißreaktionen, sind in Wasser und neutralen Salzlösungen schwer löslich, leicht löslich in Alkalien und Erdalkalien. Aus diesen Lösungen werden die Muzine durch Essigsäure als klebrige oder gallertartige Massen gefällt. 5—10%ige Neutralsalzlösung und Mineralsäure hindern diese Fällung. Die Muzine sind nicht durch Hitze koagulabel, wohl aber werden sie in salzhaltigen Lösungen von Alkohol gefällt, und durch konzentrierte Lösungen von Kochsalz, Magnesiumsulfat, Ammoniumsulfat sowie Schwermetallsalzen gefällt; Ferrozyanwasserstoffsäure fällt Muzin nicht.

Als charakteristische Substanz enthält der Speichel ein amylolytisches (sacharifizierendes) Ferment, das Ptyalin oder Speicheldiastase genannt wird. Die fermentative Wirkung des Speichels besteht darin, daß er schon in der Kälte und insbesondere in kurzer Zeit bei Körpertemperatur Stärke in Zucker verwandelt. Während der Befund selbst bei neugebornen Kindern nachgewiesen ist, ist er bei Tieren nicht konstant, bei den Karnivoren meistens fehlend.

Man stellt Ptyalin dar, indem man es durch Erzeugen eines Niederschlages von Kalziumphosphat niederschlägt und das Waschwasser, das Ptyalin löst, mit Alkohol fällt oder den Glyzerinauszug der Drüsen mit Alkohol fällt. Die Fällung ist Nhaltig, aber frei von Eiweißreaktionen.[2]

---

[1] Über Gehalt an Gasen siehe unter Zusammensetzung des Speichels einzelner Drüsen. S 443.

[2] Bezüglich des Chemismus der Funktion siehe Seite 445.

Eine weitere fermentartige Wirkung des Speichels besteht in oxydierenden Eigenschaften desselben.

P. Carnot[1], R. Dapong, später Zlozow[2] haben im Speichel und in den Speicheldrüsen oxydierende Wirkungen (Oxydasen) mit den gewöhnlichen Reagenzien nachgewiesen:

Guajakbläuung, Zersetzung von Wasserstoffsuperoxyd, Farbstoffbildung aus p-Phenylendiamin und Naphtol, Dimethyl-p-Phenylendiamin usw.

Zlozow hat durch Aussalzen und Dyalisieren ein Globulin isoliert, das der Träger der Fermentwirkung war. Die Oxydase zersetzt Wasserstoffsuperoxyd, zerstört Traubenzucker und Formaldehyd bei gleichzeitiger Luftdurchleitung. Die Wirkung ist unabhängig von Leukozyten, das Ferment wirkt aber chemotaktisch auf dieselben (Zlozow).

Auffallenderweise ist im Speichel auch ein Dipeptid spaltendes Ferment vorhanden (Warfield[3], Kölker[4]).

Speichel spaltet 1 Leuzylglyzyl-alanin quantitativ in 1 Leuzin und Glyzyl-alanin, es ist also die Wirkung identisch mit der des Erepsins. (Nach Warfield bei schwach saurer Reaktion, nach Kölker bei jeder Reaktion.) Es werden aber auch d-Alanin-alanin, razemisches Alanin-1-glyzin, razemisches Leuzylglyzin und Glyzyl-Tyrosin ebenfalls gespalten. Razemisches Glyzyl-alanin wird nicht gespalten, dagegen Glyzyl-d-alanin in Glyzin und Alanin.

Das hohe Interesse, das man dem Nachweis des Rhodans im Speichel entgegengebracht wurde, ist infolge der Erkenntnis, daß dieser Befund, wenn er auch bei Tieren ebenfalls nachweisbar ist, als konstant nur beim Menschen vorhanden ist, einigermaßen verringert worden.

Beim Menschen ist der Befund unabhängig von Alter, Geschlecht, Nahrungsaufnahme, Zustand der Zähne.

Nach Bruylants kommt dem Rhodan eine spezifische Beziehung zum Speichel nicht zu, da es auch in anderen Organen weitverbreitet ist und auch im Urin als Ausscheidungsprodukt zu finden ist.

Die Salze der Sulfozyansäure (Rhodan) NCSH sind durch eine Reihe charakteristischer Reaktionen ausgezeichnet:

1. Eisenchloridreaktion: Beim Versetzen einer wässerigen Rhodanlösung mit einem Eisenoxydsalz, z. B. Eisenchlorid, entsteht eine beim Zusatz von Salzsäure nicht verschwindende Rotfärbung (Gegensatz zu den Rotfärbungen, die Ameisensäure, essigsaure Salze, Phenole, Salizylsäure geben).

---

[1] Carnot, Société biol. 48 (1896).

[2] Zlozow, Zeitschrift für therapeutische Chemie (1899).

[3] L. M. Warfield, John Hopkin's Hospital, Bull. 22 (1511).

[4] A. H. Kölker, Zeitschrift für physiologische Chemie 76, 27, 96.

2. Kupferreaktion: Beim Versetzen einer verdünnten Lösung von Kupfersulfat mit Rhodansalzen entsteht nach Colasanti[1] noch bei 1:4000 eine smaragdgrüne Färbung.

3. Reduktion von Jodsäure zu Jod, das durch Stärkelösung nachgewiesen werden kann, wodurch noch 0·0000004 *g* Rhodan nachgewiesen werden soll (Solero)[2].

Bezüglich des Ursprungs des Rhodans liegen nur einige Tatsachen vor. So hat Lewy gezeigt, daß aus Azetonitril und homologen Substanzen, ja selbst aus Blausäure im Körper Rhodan entsteht, ebenso ist nach Bruylants durch Zufuhr von Schwefelkohlenstoff die Menge des Rhodans zu erhöhen, man darf daher die Rhodanbildung als einen Entgiftungsvorgang auffassen.

Bezüglich der Art und Weise desselben hat Kadeboc (Journal für therapeutische Chemie 1907) nachgewiesen, daß Azetonitril schon in kleinen Dosen imstande ist, die Oxydation des Schwefels zu verhindern und mit einem Teil des durch die Verhinderung vermehrten neutralen Schwefels sich zu Rhodan paart.

Spuren von Ammoniak sind nach älteren Beobachtungen, die von C. Wurster bestätigt werden, im Speichel immer vorhanden. Seine Menge beträgt nach Wurster in der Regel 0·136 *g* pro Liter, manchmal bis zu 0·1904 *g*, sie unterliegt nach Fleckseder regelmäßigen Schwankungen, die von der Salzsäurereaktion des Magens unabhängig sind.

Unter abnormen Verhältnissen finden sich außerdem:

Salpetrige Säure (P. Griefs), die nach Wurster aber erst einige Zeit nach der Entleerung aus dem Ammoniak durch die Gegenwart von Wasserstoffsuperoxyd gebildet werden soll.

Harnstoff, der nach alten Angaben (Pettenkofen, Piçard, Rabitan, Wurster) sich auch bei Gesunden finden soll, aber einstimmig nur bei Nephritikern (Wright, Ritter, Fleckseder). Insbesondere Fleischer fand im Pilokarpinspeichel von 45 Nephritikern mit und ohne Urämie 38mal Harnstoff, maximal 0·3 *g* bis 0·4 *g* pro die. Auf den Gehalt an Harnstoff respektive dessen Veränderung ist wohl auch der Befund an kohlensaurem Ammoniak (Mosler) bei Urämie zurückzuführen. Harnsäure wurde schon von Boucheron bei Gichtikern gefunden (positive Murexidprobe). Noorden und Fischer fanden bei Gichtikern bis zu 10 *mg*% Harnsäure. Herzfeld und Hocko fanden bei Nephritis, Hautkrankheiten, Anämie, Leukämie erhöhte Werte.

Daß im Mundspeichel bei Skorbut Blutfarbstoff auftritt, ist naheliegend; einen direkten Übergang von gelöstem Hämoglobin beobachtete

[1] Colasanti, Journal für therapeutische Chemie 30, 1889.

[2] Solero, Journal für therapeutische Chemie 7, 1877.

Sticker bei schwerer Hämoglobinämie infolge von Arsenwasserstoffvergiftung.

Endlich sei noch der Angabe von Gautier gedacht, daß im Speichel eine alkaloidähnliche, nicht eiweißartige Substanz vorkomme, die auf Vögel wie ein Ptomain oder wie Schlangengift wirken sollte, eine Angabe, welche von Bujwid nicht bestätigt werden konnte. Doch haben Morano, Baccarini und Pignatti neuerdings wieder über die toxische Wirkung berichtet, die menschlicher Speichel bei Kaninchen nach intravenöser Injektion ausübt.

Nach Seitz[1] kann Injektion menschlichen Speichels so sensibilisieren, daß Reinjektion mit menschlichem Blutserum typische Anaphylaxie hervorruft.

Charakteristisch ist aber nicht nur das Vorkommen abnormer respektive pathologischer Substanzen, sondern auch das Fehlen solcher.

In dieser Beziehung auffallend ist das Fehlen vor allem des Gallenfarbstoffes bei Ikterus und nach den meisten Autoren des Zuckers und Azetons bei Diabetes (Cl. Bernard, auch bei künstlichem Diabetes, Camgee und Wisel).

Nur Fleckseder gibt an, Zucker im Speichel bei Diabetikern gefunden zu haben und Azeton bei Inanition. In letzterer Beziehung hat bezüglich des Nachweises Griffi angegeben, daß Azeton auch aus der Luft in Speichel übergehen kann.

Von Arzneistoffen ist es in mehreren Fällen konstatiert, daß sie nach der Aufnahme in den Organismus mehr oder weniger rasch im Speichel erscheinen. So ist von dem Jod und dem Brom bekannt, daß sie in sehr kurzer Zeit im Speichel teilweise wieder ausgeschieden werden. Dieses Verhalten haben Pentzold und Faber, ferner J. Wolff und G. Sticker u. a. dazu benutzt, um die Schnelligkeit zu bestimmen, mit der unter verschiedenen Bedingungen die Resorption von der Magenschleimhaut aus vor sich geht. Langley und Fletcher sahen Lithium sehr rasch aus dem Blut in den Speichel übertreten.

Bei der Inunktionskur fanden Lehmann und Schuhmacher Quecksilber im Speichel. Es scheint sich aber nur um geringe Mengen zu handeln. So fand Pouchet bei Stomatitis mercurialis 5—6 *mg* Quecksilber pro Liter Speichel. Bei Injektionskuren erscheint es früher im Speichel als nach Inunktion (Oppenheim). Von Ellenbogen wird auch der Übergang von Kaliumsalzen und Kochsalz angegeben.

Nach Rosenthal wird injiziertes Morphin allmählich in nicht unbeträchtlichen Mengen durch den Speichel ausgeschieden.

[1] Seitz, Zeitschrift für Immunforschung 1918.

Quantitative Zusammensetzung des Gesamtspeichels.

Wie bei einem Sekret leicht begreiflich, ist die quantitative Zusammensetzung sehr abhängig von Sekretionsbedingungen, und man muß daher zwischen der Zusammensetzung unter annähernd normalen Bedingungen, wie sie den nachstehenden Zusammenstellungen zugrunde liegen, und jenen Zusammensetzungen unterscheiden, die der Speichel unter experimentellen respektive exzessiven Bedingungen aufweist.

Was vor allem die Menge des Speichels anlangt, so wird sie seit Bidder und Schmidt auf zirka 1400—1500 cm^3 geschätzt.

Beim Pferd wird die Gesamtabgabe des Speichels pro Tag auf 40 *l*, bei den Wiederkäuern auf 60 *l* geschätzt.

Tureczek berechnet die während des Kauens abgesonderte Speichelmenge für eine tägliche Kauzeit von 30 bis 40 Minuten auf zirka 500 bis 700 *g*, Fleckseder schätzt auf 900 cm^3.

(Näheres siehe bei Änderung der chemischen Funktion.)

Jedenfalls ist die physikalische Beschaffenheit der Nährstoffe von größtem Einfluß, so fanden Schmitt-Illing, daß 500 *g* Heu 2500 *g* Speichel, 500 *g* Hafer 360 *g* aufnahmen, 300 *g* Hafer und 100 *g* Häcksel 1080 *g* Speichel ergeben.

Die Werte, welche für das spezifische Gewicht des Speichels angegeben werden, sind besonders schwankend.

Von Wright sind an 200 gesunden Individuen Bestimmungen ausgeführt worden. Die Zahlen liegen zwischen 1·0059 und 1·006 *g*. Nahrung ist von großem Einfluß auf das spezifische Gewicht. Animalische Nahrung erhöht (1·007—1·008). Sticker fand das spezifische Gewicht seines Speichels am Vormittag: 1·0024, 1·004, 1·0045, ein bis zwei Stunden nach der Hauptmahlzeit: 1·0054, 1·0063, 1·0068.

Die Reaktion des gemischten Mundspeichels gegen Lackmus ist während des Kauens und in den ersten Stunden der Verdauung stets alkalisch. Diese alkalische Reaktion erhält sich jedoch zu verschiedenen Tageszeiten nicht mit gleicher Stärke, sie kann unter Umständen stark sinken und saurer Reaktion Platz machen. So fand Jacubowitsch die alkalische Reaktion morgens fast Null. Sie stieg nach dem Frühstück, sank hierauf und nahm nach dem Mittagessen wieder zu. Mitscherlich, Wright und Sticker machen über dieses Verhalten gut übereinstimmende Angaben. Der letztgenannte Autor[1] teilt auf Grund ausgedehnter Beobachtungen das Folgende mit: Nach Mitternacht kann der Speichel schwach saure Reaktion zeigen, die durch längeres Ausspeicheln kaum abnimmt. Sie bleibt gegen

---

[1] Die Beobachtungen wurden sowohl an gemischtem Mundspeichel als auch, in völliger Übereinstimmung damit, an Submaxillarspeichel gemacht.

Morgen bestehen oder geht in neutrale oder amphotere Reaktion über. Während des Frühstücks wird der Speichel stark alkalisch, bleibt so eine halbe bis mehrere Stunden, um dann stark sauer zu werden. Dies tritt meist drei Stunden nach dem Frühstück am intensivsten auf. Später, besonders bei längerem Ansaugen des Speichels in den Mund, nimmt diese Reaktion etwas ab. Während und kurz nach dem Mittagessen ist der Speichel stark alkalisch, wenn die Kost aus gemischter, schwach alkalisch, wenn sie aus rein animalischer Nahrung besteht. Die Alkaleszenz, welche längere Zeit nach dem Mittagessen wächst, sinkt wieder, macht saurer Reaktion Platz. Nach dem Abendessen wird der Speichel wieder alkalisch, um bis Mitternacht neuerdings die saure Reaktion anzunehmen.

Andere Beobachter trafen, wenn der Untersuchung, wie selbstverständlich, Reinigung der Mundhöhle und Ausfließenlassen des in den Ausführungsgängen stockenden Sekrets vorausging, nur ausnahmsweise neutralen oder sauren Speichel, sondern fanden in der Regel alkalische Reaktion. Jedenfalls besteht Übereinstimmung darüber, daß der Speichel während des Kauens und in den ersten Stunden nach der Mahlzeit gegen Lackmus eine alkalische Reaktion besitzt.

Die Alkaleszenz findet A. Schlesinger in normalen Fällen entsprechend einem Gehalt von 0·013 bis 0·044%, im Mittel 0·032% Na_2CO_3; in pathologischen Fällen bis zu 0·07%. Nach M. Cohn schwankt die Alkaleszenz bei Gesunden zwischen 0·002 und 0·048% NaOH; er fand nie, auch bei Kranken nicht, saure Reaktion.

Nach Chittenden und Richards enthält der normale gemischte Speichel kein kohlensaures Natron; die alkalische Reaktion gegen Lackmus rührt von Dialkaliphosphat und vielleicht etwas Bikarbonat her; die Reaktion gegen Phenolphthalein ist sauer. Im Gegensatz zu dem oben Mitgeteilten finden diese Autoren die Alkalinität (gegen Lackmoid) vor dem Frühstück größer als nachher.

Das Ergebnis der Alkaleszenzbestimmungen im Speichel wird sowohl durch die reichlich absorbierte Kohlensäure wie durch den Gehalt an Karbonaten und Phosphaten beeinflußt, und es ist daher, wie Dieninger gezeigt hat, ausschlaggebend, ob man einen gegen CO_2 unempfindlichen Indikator, wie Methylorange, oder selbst die schwach empfindliche Cochenilletinktur benutzt, gegen die Speichel stets alkalisch ist, oder die gegen CO_2 empfindlichen Lackmus, Rosolsäure, Phenolphthalein, denen gegenüber Speichel stets sauer ist. Die Schwankungen sind auch mit Rücksicht auf die Zusammensetzungen aus mehreren Sekreten von Mundspeichel verständlich. Nach Cohn schwankt die Alkaleszenz auch in den einzelnen Tageszeiten; sie soll bei nüchternem Magen am stärksten sein, vormittags abnehmen, zur Mittagszeit wieder ansteigen. Jedenfalls wird übereinstim-

mend angegeben, daß die saure Reaktion des Speichels als abnormes Vorkommnis (zersetzende Vorgänge, Karies) aufzufassen ist. Foa hat die OH-Ionenkonzentration des Speichels bestimmt und den Speichel neutral gefunden.

In pathologischen Fällen sind Änderungen in der Reaktion des Speichels wiederholt beobachtet worden. So gibt Lehmann an, bei Diabetes mellitus jedesmal saure Reaktion beobachtet zu haben, die er mit Bestimmtheit auf die Gegenwart freier Milchsäure zurückführen konnte.

Auch von Anderen (Kühne, Mosler, Limpricht) wurde diese saure Reaktion beim Diabetes beobachtet. Mosler führte, um reines Parotissekret zu gewinnen, in den Duct. Sten. eine Kanüle ein und beobachtete, daß bei minder vorgeschrittenen Fällen das Sekret wohl neutral oder alkalisch sein kann, daß es aber bei raschem Verlauf der Krankheit sowie in späteren Stadien derselben stets sauer reagiere. Auf diese saure Reaktion führt er die Karies der Zähne und die Zahnfleischerkrankungen bei den Diabetikern zurück.

Die saure Reaktion bei Diabetikern scheint insbesondere im Zusammenhang mit der Ausscheidung von Azeton und Azetessigsäure vorzukommen.

Saure Reaktion ist ferner beobachtet worden bei fieberhaften Krankheiten (Prout), besonders im Typhus (Mosler), bei Verdauungsstörungen (Wright), Stomatitis infant., Ruhr (Uffelmann), Magenkrebs (L'Héritier, Frerichs). Auch Sticker konnte diese letztere Beobachtung in zwei Fällen wiederholen, teilt aber nach Erfahrungen Hübners mit, daß dieses Verhalten nicht konstant sei. Auch Fleckseder findet bei fieberhaften Erkrankungen (Perityphlitis, Typhus), bei schwerem Diabetes, Magenkarzinom, Leukämie, perniziöser Anämie usw. saure Reaktion.

Es konnte vermutet werden, daß sich die Alkaleszenz des Speichels und damit die Menge der gebundenen Kohlensäure während der Magenverdauung vermehren werde, wie ja auch die Reaktion des Harns während dieser Zeit schwächer sauer oder alkalisch wird. Doch zeigte sich ein solcher Zusammenhang nicht. Während vor der Mahlzeit die Gesamtmenge der Kohlensäure 56·62 Volumprozente betrug, war sie $1^1/_2$ Stunden nachher, während der Harn alkalische Reaktion zeigte, 55·4 Volumprozente. Eingehende Untersuchungen über die Zusammensetzung und amylolytische Wirkung des Parotisspeichels und den Einfluß, den die Art der Nahrung, das Kauen, ferner Atropin und Pilokarpin darauf ausüben, sind von v. Zebrowski an Patienten mit Speichelfisteln ausgeführt worden.

Der Trockenrückstand schwankt zwischen 0·5% bis 1·2%, darin organische Substanz 0·1% bis 0·4%, dementsprechend schwankt der Gefrierpunkt zwischen —0·07° bis —0·3°. Im nachfolgenden ist eine Reihe von ausführlichen Analysen angeführt, die die Zusammensetzung des Speichels unter normalen Verhältnissen angeben.

Hoppe-Seyler führt die folgenden Analysen von menschlichem Speichel an. 1000 Teile Speichel enthalten demnach:

	I. Frerichs	II. Jacubowitsch	III. Herter
Wasser	994·10	995·16	994·698
Feste Stoffe	5·90	4·84	5·302
Lösliche organische Substanzen	1·42	1·34	3·271
Epithelien	2·13	1·62	?
Schwefelzyankalium	0·10	0·06	?
Anorganische Salze	2·19	1·82	1·031
Darin $KCl + NaCl$	?	0·84	?

Eine neuere Analyse liegt von Hammerbacher vor. Sie ergab für 1000 Teile des Speichels von einem jungen Mann:

Wasser	994·203
Feste Stoffe insgesamt	5·797
Epithelien und Muzin	2·202
Ptyalin und Albumin	1·390
Anorganische Salze	2·205
Rhodankalium	0·041

Die anorganischen Salze des Speichels bestehen aus: Chlor, Phosphorsäure und Kohlensäure in Verbindung mit Kalium, Natrium, Kalzium und Magnesium.

Hammerbacher fand in der Asche des Speichels folgende Werte für 100 Teile:

Kali	45·714
Natron	9·593
Kalk (mit Spuren Eisenoxyd)	5·011
Magnesia	0·155
Schwefelsäure	6·380[1]
Phosphorsäure	18·848
Chlor	18·352

Betreffs der Schwankungen unter besonderen Verhältnissen liegen sowohl bezüglich der organischen als auch anorganischen Teile zahlreiche Beobachtungen vor, die bei der Besprechung der Funktion angeführt werden sollen.

---

[1] Von diesen 6·380% Schwefelsäure stammen 4·577% aus dem Schwefel der organischen Substanzen.

Zusammensetzung des Speichels einzelner Drüsen.

Wesentlich größer und auffallender sind die Zusammensetzungsdifferenzen, die sich beim Studium des Sekrets der einzelnen Speicheldrüsen, insbesondere durch Versuche beim Hund, herausgestellt haben.'

Seit C. Ludwig ist bekannt, daß das Sekret der Submaxillardrüse verschieden ist, je nachdem man es durch Reizungen des Sympathicus (sympathischer Speichel) oder der Chorda tympani (Facialis) (Chordaspeichel) oder nach Durchschneidung der Drüsennerven (oder Vergiftung durch Curare) erhält (paralytischer Speichel).

Sympathischer Speichel (spezifisches Gewicht 1·0075 bis 1·018 *g*) ist spärlich (16 bis 28 *g*), dickflüssig, zähe, reich an festen Stoffen, besonders Muzin, und an morphotischen Elementen. Der Chordaspeichel (spezifisches Gewicht 1·0029 bis 1·0056), 12 bis 14% feste Substanz, ist reichlich und dünnflüssig, stark alkalisch, relativ arm an Muzin und enthält Euglobulin.

Chordaspeichel (Werther):

Trockenrückstand	Ammoniak	Unlösl. Rückstand	Alkalien	Kochsalz
1·13%	0·47%	0·042%	0·17%	0·15%
1·18%	0·86%	0·073%	0·11%	0·3229%

Der paralytische Speichel ist reichlich und sehr dünnflüssig.

Der Submaxillarspeichel wird als klare und wasserhelle, beim Abtropfen fadenziehende Flüssigkeit abgesondert, die sich beim Stehen an der Luft und beim Erhitzen unter Abscheidung von kohlensaurem Kalk trübt. Er enthält reichlich Muzin, das ihm die Fähigkeit verleiht, trockene Massen schlüpfrig zu machen, und stets sacharifizierendes Ferment. Von Eiweißkörpern sind höchstens Spuren vorhanden. Rhodanverbindungen fehlen entweder vollständig oder sind nur in sehr geringer Menge, jedenfalls viel weniger als im Parotissekret gegenwärtig. Die Angaben hierüber lauten verschieden.

Quantitative Untersuchungen des Submaxillarspeichels von Hunden haben Bidder und Schmidt und in neuerer Zeit Herter ausgeführt. Der letztgenannte Autor fand nach Reizung der Mundhöhle mit Essigsäure folgende Werte:

Wasser	994·385
Feste Stoffe	5·615
Organische Stoffe	1·755
Darin Muzin	0·662
Anorganische Salze, lösliche	3·597
» » unlösliche	0·263
Chemisch gebundene Kohlensäure	0·440

Die Asche desselben Speichels, auf das ganze Sekret bezogen, gab in Promille:

K_2SO_4	0·209
KCl	0·940
$NaCl$	1·546
Na_2CO_3	0·902
$CaCO_3$	0·150
$Ca_3 2PO_4$	0·113

Im Submaxillarspeichel, der unmittelbar nach Anlegung einer Fistel sezerniert wurde, fand Herter 4·589‰ feste Stoffe, beim Kauen von Fleisch eine größere Menge: 8·681‰.

An dem Sekret der Submaxillardrüse sind zum erstenmal Studien über die darin gelösten Gase von Pflüger ausgeführt worden. Es fanden sich in Volumprozenten:

	I.	II.
Sauerstoff	0·4	0·6
Kohlensäure, direkt auspumpbar	19·3	22·5
» durch Phosphorsäure ausgetrieben	29·9	42·2
Stickstoff	0·7	0·8

Zur Neutralisation unter Verdrängung der Kohlensäure brauchte Pflüger für 100 *g* Submaxillarspeichel 0·1356—0·1446 *g* SO_3, was 0·0746 bis 0·0795 *g* Kohlensäure entspricht. Von Herter sind etwas geringere Werte gefunden worden. Daß im eben abgesonderten Submaxillarspeichel tatsächlich Sauerstoff enthalten ist, konnte Hoppe-Seyler mittels seiner Hämoglobinmethode sicher nachweisen.

Das Sekret der Sublingualdrüse wird als sehr muzinreiche, zähschleimige, glashelle Masse von alkalischer Reaktion geschildert, die nach Heidenhain 2·75% feste Stoffe, nach Longet auch Rhodansalz enthält.

Die Parotis liefert ein muzinfreies Sekret, das eine dünne, nicht fadenziehende, alkalisch reagierende Flüssigkeit vorstellt, die beim Stehen an der Luft kohlensauren Kalk abscheidet, eine Spur Eiweiß und stets Ferment sowie meist auch Rhodansalz enthält. Das spezifische Gewicht des Parotisspeichels vom Menschen schwankt zwischen 1·0061 und 1·0088. Eine quantitative Analyse, welche Hoppe-Seyler an dem Sekret eines dreijährigen Kindes mit durch Trauma erworbener Fistel ausführte, ergab für 1000 Teile:

Wasser	993·16
Feste Stoffe	6·84
Organische Stoffe	3·44
Salze (KCl, $NaCl$, $CaCO_3$)	3·40

Auch beim Parotisspeichel konnte derselbe Autor die Gegenwart von freiem Sauerstoff erweisen.

Die im menschlichen Parotissekret enthaltenen Gase hat Külz mittels der Quecksilberluftpumpe gewonnen und analysiert. Es ergaben sich in Volumprozenten:

Sauerstoff	0·84— 1·46
Stickstoff	2·37— 3·77
Kohlensäure direkt auspumpbar	2·31— 4·65
» durch Phosphorsäure ausgetrieben .	40·17—62·47

Rhodanwasserstoffsäure als Alkalisalz. Ihre Menge wird nach neuen Untersuchungen von Bruylants zwischen Spuren und 0·0698 *g* pro Liter (im Mittel 0·0374 *g*) angegeben. Bei Kachektischen nimmt ihre Menge stark ab (Grober, Fleckseder).

Auch von Fr. Krüger sind Bestimmungen der Rhodanwasserstoffsäure ausgeführt worden; er fand bei Nichtrauchern 0·025‰, bei Rauchern zwei- bis dreimal soviel: im Mittel 0·071‰. Fleckseder fand bei Rauchern bis zu 0·2‰.

Bei Rauchern ist nach Krüger und Schneider der Rhodangehalt erhöht, doch gelang es Grober nicht, durch Zufuhr von Nikotin die Rhodanreaktion zu verstärken. Besonders hoch ist der Rhodangehalt nach Fleckseder nach dem Erwachen und nimmt später nach starker Sekretion (Mahlzeiten) ab, ebenso bei Jodismus. Der Parotisspeichel besitzt den größten Rhodangehalt, nach Alexander ist das Fehlen des Rhodans im Speichel bei Ohrenerkrankungen ein Symptom, das für Mittelohrentzündung spricht. Nach Jürgens und Alexander können bei Ohrenerkrankungen Rhodansalze ganz fehlen. Auch beim Säugling fand Moll kein Rhodan. Bei Syphilis sinkt nach J. Schmitt der Rhodangehalt, der normal 110 *mg* im Liter beträgt, infolge der Therapie ab.

Das von der Mundschleimhaut produzierte Sekret für sich allein, ohne Beimengung desjenigen der Speicheldrüsen, zu gewinnen, bietet sich am Menschen keine Gelegenheit. An Hunden sind von Bidder und Schmidt Versuche in dieser Richtung gemacht worden in der Art, daß sie die Ausführungsgänge der vier großen Speicheldrüsen unterbanden. So gelangte in die Mundhöhle nur das Sekret der Schleimhaut, vermengt mit jenem der Orbitaldrüsen, welche jedoch nicht zu den Speicheldrüsen, vielmehr zu den Zungen-, Lippen- und anderen der Schleimhaut angehörigen Drüsen zu zählen sind. Als nächste Folge der Unterbindung beobachteten Bidder und Schmidt eine auffallende Verminderung der Mundflüssigkeit, die bei geschlossenem Mund eben imstande war, die Schleimhaut feucht zu erhalten, so daß auch feuchte Nahrung, wie frisches Fleisch, nur mit

Schwierigkeit verschluckt wurde. Der Durst der Tiere war gesteigert. Die zur Analyse nötige Menge des Sekrets konnte nur mit Aufwand von sehr viel Geduld und Zeit gewonnen werden. Es war entweder eine mit viel Luft gemischte, schaumige oder eine gleichmäßige, graugelbe, ziemlich klare, sehr zähe und fadenziehende Flüssigkeit, die ohne Ausnahme stark alkalische Reaktion zeigte und bei der Analyse folgende Zahlen lieferte. 1000 Teile gaben:

Wasser	990·02
Trockenrückstand	9·98
Organische Substanz:	
In Alkohol löslich	1·67
» » unlöslich	2·18
Anorganische Salze	6·13
Darin:	
Chlorkalium, Chlornatrium und phosphorsaures Natrium	5·29
Kalk und Magnesia	0·84

Chemie der Funktion.

Aus der chemischen Zusammensetzung des Speichels lassen sich zwei Funktionen desselben erkennen, die einerseits an die Anwesenheit von Muzin, anderseits an die Anwesenheit von diastatischem Ferment geknüpft sind.

Die Gegenwart von Muzin hat sicherlich vor allem den Zweck, durch die schlüpfrige Beschaffenheit desselben die Erleichterung des Schluckaktes zu bewirken, eine weitere Aufgabe mag die einer Schutzeinrichtung sein, sowohl gegen mechanische (Einhüllung) wie chemische (Ausflockung) und chemische Gifte (Säuren) zu fungieren.

Eine weitere Funktion des Schleims ist durch die Annahme in Diskussion gekommen, daß der Schleim auch antibakteriell wirken könnte. Es ist dies insbesondere von Dr. Müller mit Rücksicht darauf in Erörterung gezogen worden, daß nur in den oberen Luftwegen sich Bakterien befinden. Ebenso wie Müller diese Tatsache mehr auf eine physikalische Behinderung ohne antiseptische Wirkung zurückführt, so hat Clairmont mit Rücksicht auf die gute Heilungstendenz der Mundhöhlenwunden auf die antibakterielle Wirkung untersucht.

Wohl finden einige Bakterienarten im Speichel so ungünstige Lebensbedingungen, daß sie zugrunde gehen, allein von einer bakteriziden Speichelwirkung kann im allgemeinen nicht die Rede sein. Bei Tieren zeigt der Submaxillarspeichel keine oder nur geringe Wirkung, der Parotisspeichel dagegen eine deutliche, das Wachstum hemmende Wirkung (am stärksten

bei Ziegen). Besonders empfindlich für die schlechten Existenzbedingungen scheinen Staphylo- und Streptokokken zu sein. Bei Zusatz von guten Nährmedien verschwindet diese wachstumhemmende Wirkung. Bei Menschen und Tieren wird der Pilokarpinspeichel steril oder sehr keimarm.

Die wichtigste Einwirkung, welche der Speichel auf die Nahrungsstoffe ausübt, seine Fähigkeit, Stärke in Zucker umzuwandeln, ist von Leuchs 1831 entdeckt worden, nachdem kurz vorher Dubrunfaut die Diastase im Malz entdeckt hatte. Schon früher hatte man auf verschiedenen Wegen versucht, einen spezifischen Speichelstoff zu gewinnen, und es sind mit dem Namen »Ptyalin« sehr verschiedene Dinge, die gewiß keine reinen Körper waren, belegt worden, ohne daß man daran eine sacharifizierende Wirkung beobachtet hätte. Man erkannte später, daß die Fähigkeit des Speichels, Stärke zu verzuckern, einem Ferment oder Enzym zukomme, dem man von seiner Wirkung die Bezeichnung zuckerbildendes, amylolytisches, sacharifizierendes, diastatisches Ferment beigelegt hat. Hie und da wird der ältere Namen Ptyalin auch auf dieses Ferment angewendet, das bisher noch nicht in reinem Zustande dargestellt werden konnte.

Aus dem Speichel hat Cohnheim versucht, das Ferment abzuscheiden, und dabei eine wirksame Substanz in der Form eines feinen weißen Pulvers gewonnen, welche stickstoffhaltig ist, die Reaktionen der Eiweißkörper nicht zeigt und noch anorganische Salze enthält.

Man hat früher angenommen, die Umwandlung der Stärke in Zucker gehe in der Art vor sich, daß sich zunächst Dextrin bilde und dieses dann unter Aufnahme der Elemente des Wassers vollständig in Traubenzucker übergehe. Doch ergaben die Untersuchungen von Musculus, Payen, Schwarzer, Schulze und Märker, daß das Dextrin, welches aus der Stärke entsteht, nicht nur als eine Vorstufe des Zuckers zu betrachten sei, sondern daß beide nebeneinander gebildet werden, und daß auch nach langer Dauer der Einwirkung sich neben dem Zucker Dextrin vorfindet.

Jedenfalls verläuft der Prozeß viel verwickelter, als man es sich früher vorgestellt hatte. Die eingehendsten Studien über den Verzuckerungsprozeß sind nicht an dem Ferment des Speichels, sondern mit pflanzlicher Diastase angestellt worden. Doch können wir nach den Untersuchungen von Musculus und v. Mering die Resultate, welche dabei erhalten wurden, direkt auf das Speichelferment übertragen.

Der Vorgang stellt sich im wesentlichen so dar: Zunächst wird durch die Diastase der Stärkekleister verflüssigt. Es bildet sich lösliche Stärke (Amidulin, Amylodextrin); diese gibt mit Jodlösung noch Blaufärbung. Prüft man in einem späteren Stadium mit Jodlösung, so findet man, daß die Jodreaktion mehr violett und endlich rot wird. Es hat sich der von Brücke mit dem Namen Erythrodextrin bezeichnete Körper gebildet.

Allmählich verschwindet auch diese Reaktion, und in Lösung findet sich ein Dextrin, welches mit Jod nicht gefärbt wird: Achroodextrin. Gleichzeitig mit diesen Umwandlungen aber werden gummiartige Körper gebildet und schon von Beginn des ganzen Vorganges an zeigt das Gemenge die Fähigkeit, Fehlingsche Lösung zu reduzieren — es enthält Zucker. Man hat es hier nicht, wie man lange glaubte, mit Dextrose oder Traubenzucker zu tun, sondern mit einer davon verschiedenen Zuckerart, der Maltose, welche gegenüber der alkalischen Kupferlösung ein schwächeres Reduktionsvermögen, gegenüber dem polarisierten Licht ein höheres Drehungsvermögen besitzt als die Dextrose und der die Formel: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ zukommt.

Neben der Maltose entsteht die gleich zusammengesetzte Isomaltose und geringe Mengen von Traubenzucker, letzterer wahrscheinlich durch die Wirkung geringer Mengen eines zweiten Ferments, der Maltase.

Sehr eingehende Studien über diesen Gegenstand sind von Brown und Heron angestellt worden. Sie fassen den Vorgang so auf, daß sich aus dem sehr groß gedachten Molekül der löslichen Stärke in zahlreichen Phasen immer je ein Molekül Maltose abspaltet, so daß neben dieser letzteren stets ein Dextrin, und zwar auf jeder Stufe ein anderes, immer einfacher zusammengesetztes, gebildet wird. Sie erteilen der löslichen Stärke die Formel: $10(C_{12}H_{20}O_{10})$. Die erste Stufe der Spaltung wäre die folgende:

$$\underset{\text{Lösliche Stärke}}{10(C_{12}H_{20}O_{10})} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Erstes Dextrin}}{9(C_{12}H_{20}O_{10})} + \underset{\text{Maltose}}{C_{12}H_{22}O_{11}}$$

Dieses erste, durch die Formel $9(C_{12}H_{20}O_{10})$ ausgedrückte Dextrin spalte nun unter neuerlicher Aufnahme von Wasser wieder ein Molekül Maltose ab, geht dadurch in ein zweites Dextrin über usf.

Auf gewissen Stufen bleibt unter bestimmten Temperaturbedingungen nach Brown und Morris der Prozeß stehen, wodurch das gleichzeitige Auftreten von Dextrin und Zucker erklärt wird. Das Verhältnis, in dem die Mengen dieser beiden zueinander stehen, wäre demnach wesentlich von der Temperatur abhängig. Auch O'Sullivan findet, daß verschiedenen Temperaturen verschiedene Zersetzungsgleichungen entsprechen.

Lea zeigte aber, daß unter günstigen Bedingungen: bei nicht zu großer Konzentration, kräftigem Ferment und Entfernung des gebildeten Zuckers durch Dialyse, wie sie im Darm gegeben sein dürften, die Umwandlung in Zucker näherungsweise vollständig ist.

Wesentlich komplizierter, als der Prozeß der Stärkeverzuckerung nach der angeführten Gleichung wäre, ist die Auffassung des Vorganges in einer späteren Arbeit von Brown und Morris, wobei sie der löslichen Stärke die Formel $[(C_{12}H_{20}O_{10})_{20}]_5$ beilegen.

Abweichend davon stellen Lintner und Düll den Abbau der Stärke durch Diastasewirkung dar. Nach ihnen hat das Amylodextrin (lösliche Stärke) die Zusammensetzung $(C_{12}H_{20}O_{10})_{54}$; es zerfällt in drei Moleküle Erythrodextrin, dieses wieder in drei Moleküle Achroodextrin, letzteres geht in Isomaltose über, die sich in Maltose umlagert. Diese vier Prozesse laufen nebeneinander ab, so daß man gleich in den Anfangsstadien Maltose und Isomaltose nachweisen kann.

Aus alledem geht zur Genüge hervor, daß man es bei der Umwandlung der Stärke in Zucker mit einem sehr komplizierten und noch immer nicht völlig durchsichtigen Vorgang zu tun hat. Soviel können wir aber als Resultat aller Beobachtungen festhalten, daß die Einwirkung des sacharifizierenden Ferments auf die Stärke der Hauptsache nach darin besteht, daß daraus in Wasser leicht lösliche Verbindungen gebildet werden.

Alles Bisherige bezieht sich auf Stärke in der Form des Kleisters. Prüft man, wie dies von Hammarsten geschehen ist, die Einwirkung des sacharifizierenden Ferments auf rohe Stärke, so ergeben sich, je nach der Herkunft der letzteren, sehr beträchtliche Unterschiede in betreff der Dauer der Einwirkung, welche notwendig ist, damit nachweisbare Zuckermengen gebildet werden. Diese Verschiedenheiten beruhen zweifellos auf der verschiedenen Struktur und Größe der verschiedenen Stärkearten.

Auch andere Stoffe als die Stärke unterliegen der Einwirkung von Speichelferment.

So wird Glykogen analog der pflanzlichen Stärke in Dextrin, Maltose und geringe Mengen von Traubenzucker gespalten.

Salizin wird durch das Speichelferment sowie durch Emulsin in Saligenin und Zucker zerlegt. Amygdalin erleidet dagegen keine Veränderung. Ebensowenig Rohrzucker, Arabin und Inulin.

Mehrfach ist die Frage aufgeworfen worden, ob auch beim Neugebornen der Speichel sacharifizierendes Ferment enthalte. Wie oben angegeben wurde, konnte durch Extraktion der Drüsen von Neugebornen Ferment erhalten werden. Doch geht aus mehreren Untersuchungen hervor, daß die Menge des im Speichel enthaltenen Ferments jedenfalls viel unbedeutender ist als im späteren Alter, ja es liegen Angaben vor, daß in den ersten Monaten dem Speichel diastatische Eigenschaften völlig abgehen.

Die günstigste Temperatur für die Wirkung des Speichels liegt bei zirka 40—45° C. Unterhalb dieser Temperatur geht die Verzuckerung der Stärke nur sehr langsam vonstatten, bei höherer Temperatur wird das Ferment zerstört; eine bestimmte sogenannte Tötungstemperatur läßt sich nicht aufstellen, da die Dauer der Einwirkung und die Konzentration der Fermentlösung dabei von Einfluß sind.

Eine interessante Frage ist es, wie der Umfang der Zuckerbildung von der Menge des vorhandenen Ferments abhängig ist. Absolute Zahlen lassen sich natürlich hier nicht geben, dennoch konnte Kjeldahl nachweisen, daß zwischen Fermentmenge und Größe der Wirkung eine angenäherte Proportionalität bestehe. Diese angenäherte Proportionalität besteht nur dann, wenn es sich um sehr geringe Mengen von Ferment handelt, bei größeren Mengen ist sie nicht mehr zu beobachten. Ähnlich sind die Ergebnisse, zu denen in der gleichen Frage Chittenden und Smith gelangt sind.

Von physiologischer Bedeutung ist die weitere Frage, wie sich das Speichelferment einer Änderung der Reaktion der Flüssigkeit gegenüber verhält, in der es gelöst ist. Es liegen sehr viele Untersuchungen hierüber vor.

Als Resultat dieser zahlreichen Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß Zusatz sehr geringer Mengen von Salzsäure die Wirkung des Speichels erhöht, etwas größere Mengen jedoch verzögernd wirken und das Ferment zerstören. So fanden Chittenden und Griswold im Mittel mehrerer Versuche folgende Werte für die Wirkung des mit Salzsäure versetzten Speichels, ausgedrückt in Prozenten des beim Zusatz von Wasser beobachteten Normalwertes:

Salzsäurezusatz	Größe der Wirkung
0·005% HCl	109·63%
0·025% »	76·49%
0·050% »	8·21%

0·1% Salzsäure hebt die Wirkung des Ferments gänzlich auf.

Auch bei möglichst gereinigtem Ptyalin steigern sehr geringe Mengen von Salzsäure (0·0007—0·0012%) die diastatische Wirkung (Cole).

Zusatz von kohlensaurem Natron verlangsamt die Wirkung des Speichels, und zwar im Verhältnis zu der Menge des Natriumkarbonats.

Nylén fand, daß die Salzsäure, selbst bei Gegenwart von 0·075—0·1%, nicht nur hemmend wirkt, sondern das Ferment völlig zerstört, so daß nach dem Abstumpfen der Säure keine Fermentwirkung mehr erzielt werden kann.

Chittenden und Ely stellten die wichtige Tatsache fest, daß diese störende Wirkung der Salzsäure durch die Gegenwart von 1% Pepton überkompensiert wird, so daß ein Speichel, der bei Anwesenheit von 0·025% Salzsäure nur ungefähr den zehnten Teil der normalen Wirkung zeigte, bei Gegenwart derselben Säuremenge und von Pepton sich kräftiger sacharifizierend erwies als für sich allein. Auch die Verzögerung der Speichelwirkung, welche kohlensaures Natron bedingt, wird durch Pepton teilweise aufgehoben.

Daß den geringen Mengen von Eiweißkörpern im Speichel eine spezielle Wirkung, die durch Bindung der Säure zu erklären ist, zukomme, zeigen Langley und Eves. Auch sie fanden, daß Speichel, der durch Säure genau neutralisiert wurde, kräftiger wirkt als nicht neutralisierter, daß dieser neutralisierte Speichel auf weiteren Zusatz von 0·0005—0·001% Salzsäure manchmal eine verstärkte Wirksamkeit darbietet, daß aber, sobald die Eiweißkörper des Speichels nahezu mit der Säure gesättigt sind, die Wirkung geschwächt wird, bevor noch (mit Tropäolin 00) freie Säure nachweisbar ist. Im übrigen bestätigen sie im wesentlichen die Angaben von Chittenden und Ely über die günstige Wirkung des Peptons und zeigen, daß sich auch andere Eiweißkörper wie Pepton verhalten. Chittenden und Smith führten in einer späteren Arbeit diese Verhältnisse des genauern aus und teilen mit, daß Pepton und Eiweißkörper nicht allein durch Bindung von Säure und Alkali befördernd wirken, sondern daß sie auch direkt auf neutralisierten Speichel einen begünstigenden Einfluß zeigen.

A. Schlesinger konnte die erwähnten Angaben, daß der neutralisierte Speichel besser wirke als genuiner, nicht bestätigen. Er findet aber den von Chittenden und Smith ausgesprochenen Satz, daß der Unterschied der Sacharifikationswirkung in keinem Verhältnis zu der Größe der Alkalinität stehe, vollkommen richtig.

In Fällen, wo der Speichel an und für sich sauer reagiert, wie bei Diabetes und Ikterus, verliert er nicht immer seine sacharifizierenden Eigenschaften (Mosler). Dagegen konnte Sticker konstatieren, daß in solchen Fällen, wo der Speichel alkalisch und wirksam abgesondert wird, aber nachträglich durch Gärungsvorgänge in der Mundhöhle sehr erschöpfter oder unbesinnlicher Kranken stark sauer wird, seine Wirksamkeit aufgehoben werden kann.

Außer der Salzsäure ist noch eine große Reihe von anderen Verbindungen betreffs ihrer Einwirkung auf das Speichelferment untersucht worden. Dabei wurden vielfach sowohl Störung der Speichelwirkung als auch in einer Reihe von Fällen eine Beschleunigung derselben beobachtet. Häufig zeigte es sich, daß eine Substanz, die in gewisser Menge eine Aufhebung der Fermentwirkung bedingt, bei geringerer Konzentration eine Beförderung derselben zur Folge hat. Solche Versuche liegen vor von Nasse, Julius Müller, Pfeiffer, Chittenden, Painter, Kübel u. a.

Von diesen Beobachtungen seien hier einige der wichtigeren angeführt:

Vor allem hebt Dialyse die sacharifizierende Wirkung auf (A. Stosio und Limebroch, Brumacci, Lisbonne). Zusatz der Salze stellt die Wirksamkeit wieder her (Brumacci, Lisbonne, dagegen Stosio und Limmebroch).

Freie Salizylsäure stört bei einem Gehalt von 0·2% die Speichelwirkung und hebt sie bei 1% ganz auf (Müller).

Phenol verhindert erst bei mindestens 10% (Müller) oder nach längerer Einwirkung von 5% (Plugge) die Zuckerbildung.

Nach Chittenden und Painter wird die Speichelwirkung aufgehoben durch

Quecksilberchlorid	bei	einem	Gehalt	von	0·005%
Kupfervitriol	»	»	»	»	0·025%
Eisenchlorid	»	»	»	»	0·025%
Kaliumpermanganat	»	»	»	»	0·025%
Borax	»	»	»	»	0·050%

Dagegen wurde eine erhebliche Beschleunigung beobachtet bei:

Brechweinstein	bei	einem	Gehalt	von	0·500%
Eisensulfat	»	»	»	»	0·010%

sowie bei einer Reihe anderer Substanzen. Eine Beschleunigung erfährt der Verzuckerungsprozeß ferner durch die Gegenwart kleiner Mengen von Chinin, Strychnin, Morphin, Kurare. Blausäure zeigt keine Einwirkung, auch arsenige Säure zeigt nur geringe Beeinflussung in verzögerndem Sinne. Gelbes und rotes Blutlaugensalz, Bromkalium und Jodkalium zeigen je nach der Konzentration befördernde oder verzögernde Wirkung.

Die Stärke der diastatischen Speichelwirkung soll nach Hofbauer und Schüle täglichen Schwankungen unterliegen, was aber von Fleckseder bestritten wird. Simon[1] gibt an, daß die diastatische Kraft bei Kohlenhydratkost am höchsten sei, bei Infektionskrankheiten vermindert ist.

Wie aus dem früher über den Einfluß der Salzsäure auf die Stärkeumwandlung durch Speichel Gesagten hervorgeht, besteht zwischen diesem und dem Magensaft eine bestimmte Beziehung. Sticker hat nun, durch eine Krankenbeobachtung veranlaßt, die Wirkung studiert, welche die künstliche Ausschaltung des Speichelzuflusses zu den Ingestis auf die Magenverdauung ausübt, und gefunden, daß dadurch eine auffallende Verzögerung der chemischen Magenfunktion hervorgerufen wird. Dadurch würde sich eine neue bedeutungsvolle Wechselwirkung zwischen Speichel und Magensaft ergeben. Nach Untersuchungen von Biernacki und Schuld scheint es aber dabei weniger auf die Wirkung des Speichels selbst als auf das Verweilen der Nahrung in der Mundhöhle anzukommen, wobei der Nahrung eine für die Magenverdauung geeignete Reaktion gegeben wird. Auch nach Friedenwald besteht eine Einwirkung des Speichels auf die Vorgänge im Magen; er fand bei Anwesenheit von Speichel die Menge der Salzsäure höher als bei Ausschluß desselben.

[1] Simon, Journal für physikalische und praktische Chemie 9.

Über die fermentative Aktivität des Speichels bei krankhaften Zuständen machte Robertson Mitteilungen, doch ließ sich an den beobachteten Schwankungen keine Regelmäßigkeit feststellen.

Änderung der chemischen Funktion.

Es handelt sich im folgenden nicht so um die nach Injektion von Atropin, Pillokarpin und Salzlösungen beobachteten Änderungen der Sekretzusammensetzung, als vielmehr um die Änderungen, die nach Reizungen spezifischer Nerven (Sympathicus, Chorda tympani) und nach physischen und psychischen Reizen beobachtet wurden.

Während die ersteren vornehmlich an der Parotis beobachtet wurden und daher bei Besprechung des Parotisspeichels berücksichtigt wurden, haben die letzteren auf den Gesamtspeichel Bezug. Die Untersuchungen ergaben eine Reihe von Gesetzmäßigkeiten, die sich dahin zusammenfassen lassen, daß sich die Speichelsekretion dem Reizmittel im wesentlichen anpaßt.

Je trockener und fester die Nahrung, desto mehr Speichel wird von allen Drüsen sezerniert, so daß die Schlüpfrigkeit der Speisen möglichst begünstigt wird, allerdings führt auch die Milch zu reichlicher Sekretion, um, wie Pawlow meint, ein weiches Gerinnsel für die Magenverdauung zu schaffen.

Mit der Zweckmäßigkeit stimmt auch überein, daß, wenn auch schwache Säuren, Soda, starke Salzlösungen reichliche Speichelabsonderungen hervorrufen, das Sekret ein muzinarmes ist, während chemisch stark reizende Substanzen zu einem eiweißreichen Sekret führen, das schleimhautschützend wirken kann. Pawlow sieht die Adaptionsfähigkeit der Sekretion auch darin, daß zwar Steinchen keine Sekretion hervorrufen, wohl aber Sand, weil der letztere zur Entfernung eines Flüssigkeitsstromes bedarf.

Insbesondere zeigt sich die Adaptionsfähigkeit bei verschiedener Nahrung. Fette, dicke oder zähflüssige Körper, die nicht sehr osmotisch wirken, erregen geringe, zähflüssige Sekretion, während Mineralsalze, Äther usw. starken Speichelfluß erregen. Diese Unterschiede der Sekretion sind aber nicht nur bei physikalischer Einwirkung des Reizmittels, sondern bei dem lediglichen Vorzeigen der Nahrung — ja schon beim Denken an sie —, also auf psychische Reize hin zu erzielen.

Schon von Heidenhein[1] ist festgestellt worden, daß der Salzgehalt des Speichels mit der Absonderungsgeschwindigkeit steigt, je rascher die Sekretion, desto höher der Gehalt an anorganischer Substanz. Bei der Submaxillaris bis zu 0·5—0·6%, bei der Parotis bis zu 0·4—0·5%. Der Kaligehalt übersteigt den Natrongehalt.

---

[1] Heim, Handbuch der Physiologie 5, 1, 49.

Nach Langley und Fletscher zeigt der Sympathikusspeichel viel mehr Salze, als nach der Schnelligkeit zu erwarten wäre; Dyspnöe verlangsamt die Sekretion und erhöht sowohl den Salzgehalt wie den Gehalt an organischer Substanz, und verdünnte Kochsalzlösung beschleunigt hauptsächlich den Durchtritt von Wasser.

Nach Brumacci beschleunigt $MgCl_2$ doppelt so stark die Sekretion als andere Chloride.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse ist es begreiflich, daß die Sekretuntersuchungen unter scheinbar normalen Verhältnissen starke Schwankungen erwiesen haben. Es ist ja vor allem der Wassergehalt von der Durchfeuchtungsnotwendigkeit beim Kauen abhängig. Beim Menschen sind 500—700 *g*, bei vielem Sprechen 1—2 *kg* beobachtet worden. (Starke Einschränkung beim Schwitzen.) Die Sekretion zeigt eine tägliche Schwankungskurve; der Speichel ist morgens nach dem Aufstehen am konzentriertesten; 1—2 Stunden später ist die Konzentration schon geringer, von da an steigt die Konzentration, um gegen 5 Uhr ihr Maximum zu erreichen, worauf wieder der Abfall beginnt.

Nach den Mahlzeiten wird ein an festen Bestandteilen reiches, an Rhodan armes Sekret produziert. Nach Walter E. Garry ist die Kost ohne Einfluß auf die Speichelsekretion, dagegen hemmt nach Brumacci psychische Trägheit die Speichelsekretion.

Wie schon bei der Besprechung der Zusammensetzung des Speichels erwähnt, ist die Produktion der Speicheldrüsen eine auffallend große. Tureček bestimmt die Menge des von 100 *g* Drüse während des Kauens (30—58 Minuten pro die) abgesonderten Speichels auf 1300 cm^3 (mit 6·3 *g* fester Bestandteile und 3·9 *g* organischer).

Das Auffallende dieser Produktion tritt besonders zutage, wenn man dieselbe zur Größe der ganzen Drüsenmasse in Vergleich setzt, da sich dabei eine 8—14mal größere Substanzmenge ergibt. Wenn auch, wie daraus ersichtlich, die Substanzmenge größtenteils die Drüse nur als Filter benutzt, so ist dies keinesfalls für alle Substanzmengen der Fall, da ja ein Teil derselben spezifischer Natur, wie Ptyalin, Muzin, ihre Entstehung in der Drüse selbst besitzt. Diese spezifische Einwirkung (Sekretionsfähigkeit) ergibt sich auch aus der Beobachtung über die Eliminationsfähigkeit gegenüber Jod, Brom und Kalisalzen, während Eisen und Zucker nicht durchtreten, sowie an den quantitativen Änderungen im Gehalt an Salzen, sowie organischer Substanz bei verschiedenen Reizen.

Zu den Eigentümlichkeiten der Sekretionswirkung ist auch die von Popielski beobachtete Erscheinung zu zählen, infolge der mit dem Ansteigen der Sekretion des Speichels die Gerinnungsfähigkeit des Blutes sinkt; eine Erscheinung, die bei Adrenalinwirkung respektive Gefäßverenge-

rung hintangehalten wird. Zu diesen spezifischen Ausscheidungswirkungen des Speichels ist wohl auch die besondere Infektiosität desselben bei Lyssa zu zählen.

Diesen Sekretionsverschiedenheiten entsprechen die Stoffwechselveränderungen, die während der Sekretion an den Drüsen beobachtet worden sind.

Nach den Analysen enthalten die Speicheldrüsen beim Hund rund 790‰ H_2O, 200‰ organische und 10‰ anorganische Substanzen; unter diesen sind Muzin und Eiweiß, Nukleoproteide, Nuklein, Enzyme und Zymogene derselben, Leukein, Purinbasen und Mineralstoffe gefunden worden. Über die bei der Tätigkeit der Drüse auftretenden chemischen Veränderungen fehlen genauere Beobachtungen, wenn man die Beobachtungen, die sich auf die Veränderung der Granula beziehen, als histologisch nicht hierher rechnet.

Immerhin sind aber einzelne interessante Daten festgestellt. So hat Henderson durch den Vergleich der ruhenden und arbeitenden Drüse gezeigt, daß der Stickstoffgehalt der letzteren bis zu 26% abnehmen kann.

Auch für den Sauerstoff hat Külz angegeben, daß der Gehalt an demselben im Speichel größer ist als im Blutserum. Jedenfalls ist der Verbrauch des Sauerstoffs durch die Tätigkeit eminent erhöht; er steigt von 1·88 cm^3 bis auf 4·5 cm^3 pro Minute.

Nach Werchowsky findet aber auch neben dem Verbrauch an organischen Substanzen ein Wiederersatz der N-haltigen Substanz statt.

Die chemische Zusammensetzung der Zähne.

Ein Blick auf die chemische Zusammensetzung der Zähne zeigt uns, daß dieselben Grundstoffe, welche auch sonst im Organismus bestimmt sind, zur Bildung harten, knochenartigen Gewebes zusammenzutreten, bei dem Aufbau aller drei anatomisch trennbaren Bestandteile der Zähne, des Zements, Zahnbeins und Schmelzes, eine Rolle spielen. Organische Substanz, aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel und Sauerstoff bestehend, tritt mit Phosphorsäure, Kohlensäure und Kalzium nebst geringen Mengen von Magnesium, Kalium, Natrium und Spuren von Chlor und Fluor in Verbindung, um das Zahngewebe aufzubauen. Ob diese Verbindung eine chemische oder eine bloß mechanische sein mag (die Meinungen hierüber sind geteilt), jedenfalls ist sie eine sehr innige und nur durch sehr energischen Eingriff, wie Einwirkung von Säuren, durch Glühen oder, wie S. Gabriel gezeigt hat, durch Erhitzen mit Kaliumhydroxyd in Glyzerin auf 200° C trennbar. Die von Bondzynsky und Gonka dargestellte organische Substanz der Zähne zeigte einen Gehalt

von 0·37% Phosphor in organischer Form (Nukleoalbumin oder Proteid), während die in gleicher Weise hergestellte Substanz der Femurknochen phosphorfrei war; Ovomukoid war in den Zähnen nicht nachweisbar.

Zement und Zahnbein einerseits, Zahnschmelz anderseits weisen in betreff des quantitativen Verhältnisses, in welchem die organische zur unorganischen Substanz in ihnen steht, wesentliche Unterschiede auf. In den erstgenannten Geweben entspricht dieses Verhältnis demjenigen, welches auch in den übrigen Knochen besteht, während da, wo möglichst große Härte, Dauerhaftigkeit und Widerstand gegen zersetzende Einflüsse von außen, namentlich gegen Mikroorganismen erfordert wird, wie beim Schmelz, die organische Substanz den Mineralstoffen gegenüber stark zurücktritt.

Dieser quantitative Unterschied, der zwischen Zement und Zahnbein dem Schmelz gegenüber besteht, ist jedoch nicht der einzige. Während dort die organische Substanz dieselbe ist wie in den Knochen, also Kollagen, Ossein oder leimgebende Substanz, ist sie im Schmelz jedenfalls davon verschieden, wie dies auch der anderen Art der Entstehung des letzteren als eines Epithelialgebildes entspricht.

Daß von den anorganischen Stoffen in den Zähnen die Phosphorsäure und Kohlensäure an Kalzium gebunden sein müssen, ist selbstverständlich. Mit voller Bestimmtheit läßt sich darüber hinaus mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln nichts feststellen. Hoppe-Seyler nimmt an, daß die genannten Stoffe eine einheitliche Verbindung: Phosphat-Karbonat, bilden.

In einer anderen Weise kennzeichnet Gabriel die Zusammensetzung der Zahnasche: sie findet nach seinen eingehenden Untersuchungen ihren einfachen Ausdruck in der Formel:

$$Ca_3(PO_4)_2 + Ca_5HP_3O_{13} + aq,$$

worin 2—3% Kalk durch Magnesia, Kali, Natron und 4—6% Phosphorsäure durch Kohlensäure, Chlor, Fluor vertreten sind. Diese etwas komplizierte Formel soll den basischen Charakter des Knochenphosphats zum Ausdruck bringen, der sich analytisch durch das Basen- und Säureäquivalent ermitteln und weiterhin auch dadurch bestätigen ließ, daß ein Teil des in den Mineralstoffen der Zähne enthaltenen Wasserstoffes und Sauerstoffes durch die Hitze allein als Wasser nicht ausgetrieben werden kann, wohl aber durch Glühen mit Kieselsäure, während der andere, größere Teil des Wassers bei 300—350° entweicht und als »Kristallwasser« fungiert.

Im übrigen ist zwischen Knochen- und Zahnasche nach Gabriel kein größerer Unterschied als zwischen Knochenaschen verschiedener Provenienz;

der substituierte Anteil des Kalkes und der Phosphorsäure ist bald größer, bald geringer, die Schwankungen aber liegen innerhalb enger Grenzen. Im Schmelz wie im Zahnbein besitzen die Mineralstoffe den allgemeinen Charakter der Knochenasche. Ein Unterschied bestehe darin, daß im Schmelz eine auffällig geringe, im Zahnbein eine auffällig große Menge von Kalk durch Magnesia ersetzt ist und daß der Schmelz relativ viel Chlor enthält.

Zu etwas abweichenden Resultaten ist Bertz gelangt. Wohl findet auch er so wie Gabriel, daß im Dentin und — in geringerem Grad — im Schmelz die basischen Bestandteile überwiegen, doch sind nach ihm im Dentin und Schmelz nur Spuren von Chlor und fixen Alkalien und weit größere Mengen von Schwefelsäure und Fluor vorhanden, als Gabriel meint. Isoliert steht Bertz mit der Angabe, daß die Zahnasche wenig oder gar keine Kohlensäure enthalte.

C. Kühns hat Schmelz und Dentin mit besonderer Rücksicht auf die Veränderungen untersucht, die sie mit fortschreitendem Alter erleiden. Er fand von der Kindheit bis zum Greisenalter ein Sinken des Gewebswassers im Schmelz von 2·45—1·09%, im Dentin von 10·46—9·04%, ein Steigen des Glührückstandes von 88·59 auf 91·81% im Schmelz und von 65·39 auf 68·56% im Zahnbein; dabei beobachtete er ein Absinken des Magnesiagehaltes und ein Ansteigen des Kalkes mit zunehmendem Alter, und zwar in beiden Substanzen.

G. Sonntag hat den normalen Fluorgehalt von 0·1—0·3% Fluorkalzium durch Verfütterung von Fluornatrium auf das Zehnfache steigern können. Gaßmann hat auch Selen als Bestandteil der Zahnasche nachgewiesen.

Das Zahnbein.

Das Zahnbein ist von gleicher chemischer Zusammensetzung wie die Knochen. Seine organische Grundlage ist leimgebendes Gewebe oder Kollagen. Zieht man durch Behandeln des Zahnbeins mit Salzsäure und wiederholtes Waschen mit Wasser die Mineralstoffe aus, so bleibt ein Rückstand, der nach den Untersuchungen von F. Hoppe beim Erhitzen mit Wasser und Druck eine Lösung liefert, die alle Eigenschaften einer Leimlösung darbietet. In dem ungelösten Rückstand, der bei diesem Verfahren sich ergibt, konnte Hoppe die feinen Zahnbeinröhrchen isoliert nachweisen. Diese letzteren bestehen demnach nicht aus leimgebender Substanz. Auch durch Behandlung mit verdünnter Essigsäure werden sie nicht angegriffen. Sie verhalten sich ganz so wie die auf gleiche Weise isolierten Fortsätze der Knochenkörperchen, welche von Hoppe-Seyler der elastischen oder Hornsubstanz zugewiesen werden. Die weitaus überwiegende Menge des orga-

nischen Anteiles vom Zahnbein ist das leimgebende Gewebe. Nach Untersuchungen von v. Bibra, der leimgebende Gewebe aus Rinderknochen analysierte, kommt diesem folgende Zusammensetzung zu:

Kohlenstoff	50·13%
Wasserstoff	7·07%
Stickstoff	18·45%
Sauerstoff und Schwefel . . .	24·35%

Die Zahlen, welche das Verhältnis zwischen der Menge der organischen und anorganischen Substanz im Zahnbein ausdrücken, schwanken nach zahlreichen Bestimmungen meist innerhalb ziemlich enger Grenzen. So fanden an menschlichen Zähnen: Berzelius 28% organischer Substanz, v. Bibra 28·70, 28·01, 21·00%, Cohn 28·39%. Ähnliche Zahlen sind bei der Untersuchung von Tierzähnen erhalten worden. Diese Zahlen sind, wie Wibel gezeigt hat, etwas zu groß.

Über die quantitative Zusammensetzung des Zahnbeins liegen nebst älteren Analysen aus neuerer Zeit solche von Aeby, Cohn (s. u.), Gabriel, C. Kühns und Bertz vor.

Aus den von Aeby gefundenen Zahlen berechnet Hoppe-Seyler unter der oben erwähnten Annahme, daß das Kalzium, die Phosphorsäure und die Kohlensäure die Verbindung:

$$3[(PO_4)_2Ca_3]CaCo_3 \text{ oder } (Ca_{10}CO_3\,6PO_4)$$

bilden, die Zusammensetzung des Zahnbeins folgendermaßen:

$Ca_{10}CO_3\,6PO_4$	72·06%
$MgHPO_4$	0·75%
Organische Substanz	27·70%

Bertz gibt als Mittelwerte seiner Analysen vom Menschenzahndentin folgende Zahlen an:

Organische Substanz	29·150%
Kalk	38·180%
Magnesia	1·508%
Phosphorsäureanhydrid	30·244%
Schwefelsäureanhydrid	0·378%
Fluor	0·471%

Alkalimetalle, Chlor und Kohlensäure konnte er nicht in merklicher Menge nachweisen. (Über den Fluorgehalt des Dentins siehe bei Schmelz.)

Gabriel fand die Mineralsubstanz des Zahnbeins (vom Rind), die durch Behandeln mit Ätzkali in Glyzerin von dem organischen Anteil getrennt wurde, folgendermaßen zusammengesetzt:

Kalziumoxyd	50·36%
Magnesiumoxyd	1·83%
Kaliumoxyd	0·14%
Natriumoxyd	0·80%
Kristallwasser	2·90%
Phosphorsäureanhydrid	38·60%
Kohlensäureanhydrid	3·97%
Chlor	0·03%
Konstitutionswasser	1·25%
	99·88%

Wie schon früher erwähnt wurde, läßt sich das »Kristallwasser« durch einfaches Erhitzen austreiben, während das »Konstitutionswasser« nur durch Glühen mit Kieselsäure zu gewinnen ist. Der von Gabriel auf Grund dieser Beobachtung und seiner Analysen festgestellte, von Bertz bestätigte basische Charakter des Knochenphosphats, der auch in der oben angeführten Formel ausgedrückt wird, ist schon von Aeby früher behauptet worden, der die Annahme gemacht hatte, im Zahnbein sei neben Kalziumphosphat und Karbonat auch Kalziumoxyd vorhanden; diese Annahme war jedoch experimentell nicht genügend gestützt (siehe Wibel), vielmehr auf Grund spekulativer Betrachtungen über die Metamorphose fossiler Knochen gemacht worden.

In dem durch Glühen mit Kieselsäure bestimmten »Konstitutionswasser« wurde von Gabriel jener Anteil der Zahnasche erkannt, der früher der Bestimmung stets entgangen war und zu einem unerklärten Analysendefizit von zirka 1% geführt hatte.

Über die Beziehungen der organischen und anorganischen Substanz ist mehrfach geschrieben worden. Es wurde behauptet, zwischen beiden liege nicht ein bloßes Gemenge, sondern eine chemische Verbindung vor, ohne daß ein sicherer Nachweis dafür hätte geliefert werden können.

Das Zement.

Über die Zusammensetzung des Zements ist dem über das Zahnbein Gesagten nichts hinzuzufügen. Es ist seiner Struktur nach wirklicher Knochen und besitzt zweifellos auch dessen chemische Zusammensetzung.

v. Bibra hat in einzelnen Fällen auch hierüber Untersuchungen angestellt und gibt an, sie nur wenig von der des Zahnbeins verschieden gefunden zu haben.

Der Schmelz.

Der Schmelz der Zähne unterscheidet sich sehr wesentlich von dem Zahnbein durch das verschiedene Verhältnis, in dem organische und Mineralbestandteile zueinander stehen und das seine große Widerstandsfähigkeit gewährleistet.

Die Härte des Schmelzes ist gleich der des Apatits. Die naheliegende Annahme, daß der Schmelz im wesentlichen aus einer (durch Vertretung des Chlors respektive Fluors durch Kohlensäure hervorgegangenen) Varietät von Apatit bestehe, ist, wie Hoppe-Seyler und v. Ebner gezeigt haben, nicht haltbar, wenn auch manches dafür zu sprechen scheint.

Dem erstgenannten Autor verdanken wir eine Reihe von Schmelzanalysen, bei denen die geringe Menge von Fluor nicht berücksichtigt wurde.

Hoppe-Seyler rechnet aus diesen Analysen unter der Annahme, das Magnesium sei als $MgHPO_4$, das Chlor als $CaCl_2$ und das restierende Kalzium als $Ca_{10}CO_3\ 6\ (PO_4)$ vorhanden, die folgenden Werte:

	Neugeborenes Kind			Schwein		Hund	Pferd	Elefant fossil
	I.	II.	III.	Unausgebildeter Schmelz	Ausgebildeter Schmelz			
$Ca_{10}CO_3\ 6\ (PO_4)$.	75·94	82·40	82·81	89·09	94·30	93·91	93·40	91·03
$CaCl_2$	—	0·23	—	0·46	0·62	0·80	0·66	0·44
$MgHPO_4$	2·16	2·37	1·50	2·22	2·73	6·81 (MgHPO₄, Lösliche Salze und Organische Stoffe zusammen)	1·68	2·75
Lösliche Salze . .	22·29 (Lösliche Salze und Organische Stoffe zusammen)	0·35	15·40 (Lösliche Salze und Organische Stoffe zusammen)	0·24	0·15		4·74 (Lösliche Salze und Organische Stoffe zusammen)	—
Organische Stoffe .		15·59		9·71	2·06			4·54

Die Analysen von ausgebildetem Schmelz haben im allgemeinen ergeben, daß die Mengen der darin enthaltenen organischen Substanz nur geringe sind. Dabei wurden sie, wie Ch. L. Tomes gezeigt hat, meist noch stark überschätzt, weil sie durch den Glühverlust bestimmt wurden, der aber hauptsächlich von Wasser herrührt. Tomes findet überhaupt keine wägbaren Mengen organischer Substanz im ausgebildeten Schmelz. Hoppe-Seyler macht hierüber folgende Angaben:

Beim Erhitzen des entwickelten Schmelzes tritt nur eine leicht graue Färbung ein, während das Zahnbein völlig schwarz wird. An der Oberfläche des Schmelzes ist die organische Substanz etwas reichlicher vorhanden, so daß eine angefeilte Stelle beim Erhitzen weißer bleibt als die natürliche Oberfläche. Im Innern des Schmelzes scheint die Verteilung der organischen Stoffe eine gleichmäßige zu sein. Wie aus den obigen Analysen hervorgeht, ist der noch nicht völlig entwickelte Schmelz viel reicher an organischer Substanz als der entwickelte; er wird auch beim Erhitzen dunkelgrau bis schwarz.

Über die Verteilung der organischen Substanz im Schmelz ist Aufschluß gewonnen durch den Nachweis (v. Ebner), daß zwischen den Schmelzprismen eine besondere Kittsubstanz besteht. v. Ebner spricht sich dahin aus, daß im ausgebildeten Schmelz der Kitt der fast ausschließliche Sitz der organischen Substanz sowie daß er relativ arm an Kalksalzen sei, denn bei Einwirkung von Säuren läßt sich in den Schmelzprismen selbst organische Substanz nicht erkennen, wohl aber zwischen ihnen. Ferner lassen sich Luftansammlungen, welche beim Trocknen der Zähne zwischen den Prismen auftreten, sowie das scharfe Hervortreten der Zwischenräume beim Erhitzen von Zahnschliffen leicht nur durch die Anwesenheit einer wasserreichen, kalkarmen Substanz erklären. Behandelt man den Schmelz neugeborner Kinder mit Säuren, so bleibt dagegen nicht nur von der Kittsubstanz, sondern auch von den Schmelzprismen selbst ein organischer Rest übrig, was in voller Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Analysen Hoppe-Seylers steht. Diese organischen Reste des jugendlichen Schmelzes findet v. Ebner viel widerstandsfähiger gegen Säuren als jene des ausgebildeten Schmelzes.

Über die Natur der organischen Substanz des Schmelzes ist noch wenig bekannt.

Nach Hoppe-Seylers Untersuchungen läßt sich durch Ausziehen des Schmelzes mit Wasser kein Albumin gewinnen[1]. Derselbe Autor teilt ferner mit, daß die organische Substanz des Schmelzes, wie sie durch Ausziehen der Salze mittels verdünnter Salzsäure und Auswaschen mit Wasser gewonnen wird, beim Kochen mit Wasser kein Glutin liefert, sondern unverändert bleibt, auch mit verdünnter Säure nicht quillt wie leimgebendes Bindegewebe. Diese organische Substanz wäre bloß der Rest der Epidermiszellen oder ihrer Fortsätze, welche den Schmelz bilden. Da Glutin von der organischen Substanz des Schmelzes nicht gebildet wird, so kann eine die Eigenschaften des (leimgebenden) Zements (Tomes) besitzende Membran über dem Schmelz nach Hoppe-Seyler nicht bestehen. Die als Schmelzoberhäutchen bezeichnete Schicht organischer Substanz steht in Zusammenhang mit der Kittsubstanz zwischen den Schmelzprismen, ohne jedoch chemisch damit identisch zu sein (v. Ebner), da sie ungleich resistenter gegen Säuren und Alkalien ist als die letztere. v. Ebner vermutet, daß, wie das Schmelzoberhäutchen als hornartig bezeichnet wird, die Kittsubstanz als den löslichen Albuminaten nahestehend zu betrachten sei.

Aeby hat seine Untersuchungen auch auf den Zahnschmelz (des Rindes) ausgedehnt; er teilt eine Analyse mit, die von Hoppe-Seyler umgerechnet wurde, wie folgt:

[1] Der schwach alkalisch reagierende Auszug enthält sehr geringe Spuren von Schwefelsäure, reichlicher Chlor.

$Ca_{10}CO_3\,6(PO_4)$	96·00%
$MgHPO_4$	1·05%
Organische Substanz	3·60%

Bertz fand im Schmelz von Menschenzähnen im Mittel:

Organische Substanz	6·822%
Kalk	50·224%
Magnesia	0·732%
Phosphorsäureanhydrid . . .	40·693%
Schwefelsäureanhydrid . . .	0·296%
Fluor	1·089%

Darnach sollen auch hier wie im Dentin Alkalimetalle, Chlor und Kohlensäure fehlen; im Schmelz wäre ungefähr halb soviel Magnesia und doppelt soviel Fluor enthalten als im Dentin.

Gabriel hat gefunden, daß durch Behandlung der Zähne mit Glyzerin und Kalilauge eine quantitative Abtrennung des Schmelzes vom Zahnbein möglich ist. Seine Analyse der Asche von so gewonnenem Schmelz (von Rinderzähnen) hat ergeben:

Kalziumoxyd	51·98%
Magnesiumoxyd	0·53%
Kaliumoxyd	0·20%
Natriumoxyd	1·10%
Kristallwasser	1·80%
Phosphorsäureanhydrid	39·70%
Kohlensäureanhydrid	3·23%
Chlor	0·21%
Konstitutionswasser	1·17%
	99·92%

Zwischen der Zusammensetzung der Asche vom Schmelz und vom Zahnbein findet Gabriel nur geringe Unterschiede; diese Unterschiede verschwinden fast ganz, wenn man einerseits Kalk- und Magnesiagehalt, anderseits Phosphorsäure und Kohlensäure summiert. Beide Basen und beide Säuren ergänzen sich nämlich zu einer fast konstanten Größe.

Über den Gehalt des Zahnschmelzes an Fluor sind infolge der Unsicherheit der analytischen Methoden sehr divergierende Angaben verbreitet. Ebenso wie dies beim Knochen und also auch bei dem Zahnbein der Fall war, hatte man in dem Schmelz viel zu große Fluormengen vermutet. So gibt Berzelius an, im Zahnschmelz 4% Fluorkalzium gefunden zu haben, eine Zahl, die viel zu hoch ist. Hoppe-Seyler findet dagegen den Fluor-

gehalt des Schmelzes geringer als 1%, so daß er bei den Schmelzanalysen, die oben mitgeteilt worden sind, vernachlässigt werden konnte. Neuere Untersuchungen hierüber liegen vor von Carnot, der im Elfenbein 0·2% Kalziumfluorid fand, von Wrampelmeyer, von Gabriel, der angibt, daß der Fluorgehalt der Zahnasche in der Regel nicht über 0·05% hinausgeht und nur in Ausnahmefällen 0·1% erreicht, daß ferner ein Unterschied im Fluorgehalt zwischen Knochen, Zahnbein und Schmelz nicht besteht, von Kühns, der den Gehalt der Schmelzasche an Fluor mit 0·29%, den der Dentinasche mit 0·25% bestimmte, von Michel, endlich von Harms, der zu noch geringeren Werten gelangte als alle genannten Autoren: er fand in Menschenzähnen nur 0·006% Fluor, so daß diesem Stoff keine weitere Bedeutung zuzuschreiben ist. Im Gegensatz hierzu stehen die Angaben von Bertz, der im Dentin nahezu 0·5%, im Schmelz 1% Fluor fand.

Zuverlässiger dürften die nach neuer Methode von Hempel und Scheffler ausgeführten Bestimmungen sein, wonach Menschenzähne 0·19 (kranke Zähne) bis 0·52% Fluor in der Asche enthalten, sowie die nach Hempels Methode gewonnenen Zahlen von Jodlbauer. Dieser Autor fand in mittleren Schneidezähnen 0·26—0·32%, in Stockzähnen 0·33 bis 0·35% Fluor; daß dabei der Fluorgehalt zum überwiegenden Teil dem Schmelz angehört, ergibt sich daraus, daß Jodlbauer in den Wurzeln von Stockzähnen nur 0·11%, in den Kronen dagegen 0·31% Fluor fand, während Zahnschmelz allein 0·37% enthielt. Den Fluorgehalt fand er von den vorderen zu den hinteren Zähnen steigend, was mit dem Verhältnis des Schmelzes zu den übrigen Bestandteilen der Zähne zusammenhängt.

Wie angegeben, hat Hoppe-Seyler im Schmelz eine geringe, aber bestimmbare Menge von Chlor, und zwar in einer in Wasser unlöslichen Verbindung aufgefunden. In dem Schmelz junger, noch nicht durchgebrochener Zähne von Tieren fand sich weder die Chlorverbindung noch Fluor vor. Auch Gabriel findet, daß als ein Hauptcharakteristikum des Schmelzes sein relativ hoher Chlorgehalt betrachtet werden muß.

Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Zähne bei Karies.

Über die Zusammensetzung kariöser Zähne gibt v. Bibra an, daß sie weniger anorganische Substanz als gesunde Zähne und etwas Fett enthalten. Doch teilt er keine Zahlen mit und mißt seinen Bestimmungen selbst wenig Wert bei, da er nur sehr geringe Mengen Substanz und diese nicht genügend vom übrigen Zahnknochen getrennt zur Verfügung hatte.

Untersuchungen, welche Miller anstellte, haben gezeigt, daß das spezifische Gewicht der Zähne durch den kariösen Prozeß sehr beträcht-

lich verringert wird. Aschenbestimmungen, die durch ihn selbst sowie durch Jeserich und in Liebreichs Institut vorgenommen wurden, ergaben im kariösen Zahnbein einen Aschengehalt von 24—27%, demnach eine sehr bedeutende Herabsetzung. Miller fand:

	Im gesunden Zahnbein	Im kariösen Zahnbein
Asche	72·1	26·3
Organische Substanz	27·9	73·7

also eine Umkehrung des Verhältnisses. Mit Rücksicht auf den Verlust im Gesamtgewicht ergibt sich nach Miller, daß die anorganischen Bestandteile $^{12}/_{13}$, die organischen $^{2}/_{5}$ ihres ursprünglichen Gehaltes verloren haben.

C. Cohn, der bei seinen Bestimmungen auch den Wassergehalt des lufttrockenen Zahnbeins besonders berücksichtigte, findet ihn in der Norm = 4·27%, bei Erkrankung der Zähne aber nicht unwesentlich gesteigert. So enthielt kariöses Zahnbein 10·91%, transparentes Zahnbein unterhalb kariöser Höhlen 6·21%, stark verfärbtes, aber noch nicht erweichtes Zahnbein bei chronischer Karies 6·80% Wasser.

Zum Vergleich seien hier die Analysen von Cohn nebeneinander gestellt:

	Zahnbein normal	Zahnbein kariös
Wasser	4·27	10·91
Organische Substanz	28·39	66·38
Phosphorsaurer Kalk	52·90	14·47
Kohlensaurer Kalk	12·93	7·92
Phosphorsaure Magnesia	1·08	0·35

Es zeigt sich also vor allem eine starke Abnahme des prozentischen Gehaltes an Aschenbestandteilen, die sich in erster Linie auf das Phosphat erstreckt, bei relativer Zunahme des Gehaltes an organischer Substanz und Wasser.

Cohn hat ferner den Aschengehalt vom Zahnbein untersucht, welches aus scheinbar gesunden Stellen kariöser Zähne mit verjauchter Pulpa entnommen war. Auch hier zeigte sich schon eine Abnahme des Aschengehaltes, der nur 62·85% betrug. Ein Zahnbein aus ersten Molaren nach Ablauf der Selbstheilung von Karies zeigte einen Aschengehalt von 65·45%.

Bei Untersuchungen, welche Miller über das Vorkommen von Eisen in den Zähnen anstellte und die so ausgeführt wurden, daß es in der Form von Berlinerblau nachgewiesen werden konnte, beobachtete er gerade an der Grenze zwischen dem kariösen und dem gesunden Zahnbein die Gegenwart einer eisenhaltigen Zone, die sich als blaue Linie darstellte.

Die Reaktion trat nicht überall, wohl aber in der Mehrzahl der Fälle auf, besonders bei akuter Karies, und war bei chronischer Karies und an toten Zähnen weniger deutlich[1].

Nach Miller ist eine Erklärung dieses Verhaltens, welche viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, die folgende: Die Eisenverbindungen aus der Nahrung werden bei der Berührung mit den Pilzen des kariösen Zahnbeins zu Eisenoxydulverbindungen reduziert, durch die Gärungsprodukte Kohlensäure und Milchsäure in Lösung gebracht und diffundieren bis an die Grenze des normalen Zahnbeins, wo wieder Oxydation und Abscheidung von unlöslichem Eisenoxyd stattfindet. Weniger wahrscheinlich ist die Annahme, daß infolge eines Entzündungsvorganges von der Pulpa aus Eisenverbindungen zur Abscheidung gelangen.

Über die schädlichen Wirkungen, die von verschiedenen Stoffen auf die Zahnsubstanz ausgeübt werden, hat Hartig Versuche angestellt. Dabei zeigten Zähne nicht nur in Säuren: Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure, Milch- und Essigsäure, sondern auch in Lösungen verschiedener Zuckerarten deutliche Gewichtsabnahme. Borsäure, Thymol, Menthol, chlorsaures Kalium bewirkten keinen Gewichtsverlust, wohl aber Salizylsäure, Benzoesäure, Salol, Sacharin und auch Odol.

Morgenstern (Therapeutische Monatsschrift 1907) hat den Einfluß eisenhaltiger Mineralwässer studiert; der Eisengehalt des Speichels kann auf das $3^1/_2$fache steigen, doch ist nur bei saurer Reaktion eine Schädigung anzunehmen.

Röse hat angegeben, daß ein Parallelismus besteht zwischen der Güte der Zähne und dem Gehalt von Kalk im Trinkwasser, während ein Parallelismus mit dem Kalkgehalt der Ackerkrume nicht besteht. Dabei handelt es sich um die bleibende Härte, denn Gipswasser wirkt nicht so, außer es sind auch Magnesiumsalze vorhanden. Je härter das Wasser, um so besser die Zähne; das Optimum findet sich beim vier- bis fünffachen Überwiegen der Kalkhärte gegenüber der Magnesiumhärte. Die Kalkhärte manifestiert sich durch Erzeugung eines alkalischen und muzinreichen Speichels und ist dadurch das beste Schutzmittel gegen die Zahnfäulnis.

Gaßman hat versucht, durch chemische Untersuchung die Frage zu klären, warum Tierzähne im allgemeinen pathologischen Einflüssen gegenüber viel widerstandfähiger sind als die menschlichen. Als auffallendste Unterschiede konnte er nur feststellen, daß die Menschenzähne um 4 bis 5% Kalkgehalt reicher sind als die Tierzähne; die Tierzähne reicher an

---

[1] Das Schmelzoberhäutchen zeigt in der Regel die Eisenreaktion in geringem Grade, während die Pulpa eine starke Reaktion zeigt.

Wasser und Glühverlust (organische Substanz). Die Phosphorsäure schließt sich in ihren Gehaltschwankungen eng an den Kalk an.

Der Stickstoffgehalt ist in beiden Fällen der gleiche: an Kohlenstoff haben Menschenzähne 2% weniger; an Wasserstoff 0·8% mehr. Fluor ließ sich in keinem Fall in deutlicher Weise nachweisen.

Als interessanten Beitrag zu dieser Frage hat Gaßmann auch diesbezügliche Untersuchungen an prähistorischen Menschen- und Tierzähnen geliefert; während der Kalkgehalt der gleiche war, war der Gehalt an organischer Substanz früher größer.

Zahnstein.

Der Zahnstein, irrtümlich auch Weinstein genannt, der sich oft in sehr beträchtlicher Menge an den Zähnen absetzt, besteht im wesentlichen aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk, worin beträchtliche Mengen von organischen Stoffen eingeschlossen sind.

Analysen von Zahnstein hat A. Vergne ausgeführt, und zwar untersuchte er die Ablagerung an den Schneidezähnen getrennt von jener der Backenzähne derselben Personen.

Die Analysen ergaben für 100 Teile:

	An den Schneidezähnen	An den Backenzähnen
Organische Substanz und Alkalisalze	24·69—28·12	24·30—24·40
$CaCO_3$	8·12— 8·48	7·36— 8·10
$Ca_3 2(PO_4)$	63·88—62·56	55·11—63·12
$FePO_4$	0·82— 2·72	4·01—12·74
SiO_2	0·21	0·37— 0·38

Speichelsteine.

Die Ausscheidung fester Stoffe in den Speicheldrüsen oder in ihren Ausführungsgängen kann zur Bildung von Konkrementen, Speichelsteinen, Sialolithen führen, welche je nach ihrem Sitz und ihrer Größe zu Störungen verschiedener Art Veranlassung geben können. Ihr Vorkommen ist ziemlich selten. Am häufigsten finden sich Speichelsteine im Ductus Whartonianus, seltener in den anderen Ausführungsgängen, am seltensten in den Speicheldrüsen selbst. Von 80 Fällen, welche Braun zusammenstellte, waren:

im Duct. Wharton. u. gland. submaxill.	49	= 61·3%
» Duct. Stenon. u. gland. parot.	20	= 25·0%
» Duct. Rivini u. gland. subling.	11	= 13·8%

Betreffs des Geschlechtes ergab sich, daß Männer häufiger an Speichelsteinen leiden als Weiber.

Eine besondere Prädilektion für ein bestimmtes Alter läßt sich nicht feststellen.

Als Ursache der Speichelsteinbildung sind verschiedene Umstände angeführt worden.

Als sichergestellt kann es betrachtet werden, daß in manchen Fällen Fremdkörper, wie Holzstückchen, Fischgräten u. dgl., welche in einen Drüsengang eingedrungen sind, die Veranlassung geben, da man hie und da solche Fremdkörper als Kern eines Steines beobachtet hat. Möglich wäre es auch, daß Pilzwucherungen den Kern liefern können, wenigstens enthalten die Konkremente immer Pilze, Leptothrix, eingeschlossen. Als notwendiges Erfordernis für ihre Entstehung erklärt Braun einen entzündlichen Prozeß, der durch Fremdkörper oder eine andere lokale Läsion, oder durch Fortleitung von der Mundhöhle aus hervorgerufen wird, zur Ansiedlung von Mikroorganismen aus der Mundhöhle führt, die dann zur Ablagerung von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk Veranlassung geben. Interessant ist es, daß hie und da Fälle beobachtet wurden, in denen bei demselben Individuum wiederholte Bildung von Speichelsteinen erfolgte. Die Größe der Steine ist sehr wechselnd. Sie schwankt von

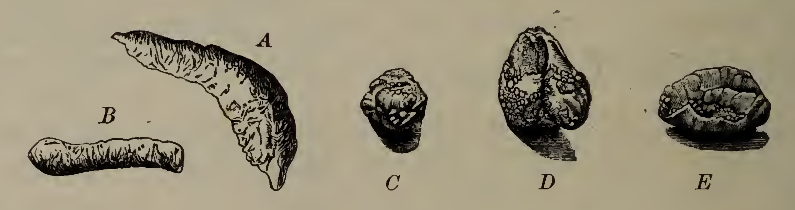


Fig. 197.

Speichelsteine (natürliche Größe).

Die Figuren *A* und *B* sind der Pathologischen Anatomie von Orth entnommen, *C* und *D* stammen von Steinen der Klinik Albert, *E* von der Klinik Billroth in Wien.

Grießkorn- bis zur Tauben-, ja Hühnereigröße. Es wurden Steine im Gewichte bis zu 60 und 70 *g* beschrieben. In der Mehrzahl der Fälle hat man es mit erbsen-, bohnen- bis haselnußgroßen Konkrementen zu tun.

Ihre Gestalt ist häufig länglich, oft auch rundlich oder unregelmäßig höckrig. Hie und da besteht eine tief einschneidende Rinne. Die Oberfläche ist meist rauh, selten glatt, die Farbe gewöhnlich gelblichweiß oder hellgrau. Gewöhnlich zeigt sich auf dem Durchschnitt deutliche konzentrische Schichtung.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach bestehen die Speichelsteine hauptsächlich aus wechselnden Mengen von kohlensaurem und phosphor-

saurem Kalk neben in Wasser löslichen Salzen und viel organischer Substanz. Rhodanverbindungen sind bisher in keinem Fall gefunden worden. v. Gorup-Besanez teilt folgende Speichelsteinanalsyen mit:

Bestandteile für 100 Teile		Wright		Bibra	Lecaun	Besson	Goldings-Bird
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Kalziumkarbonat . .	81·3	79·4	80·7	13·9	20	15	2
Kalziumphosphat . .	4·1	5·0	4·2	38·2	75	55	75
Magnesiumphosphat .	—	—	—	5·1	—	1	—
In Wasser lösliche Salze	6·2	4·8	5·1 }	38·1 }	—	—	—
Tierische Materie . .	7·1	8·5	8·3 }		5	25	23
Wasser und Verlust .	1·3	2·3	1·7	6·3 }	—	2	—

Von Magnier de la Source rührt folgende Analyse eines zylindrischen weißen, porösen, kernlosen Speichelsteines her:

Wasser . . . . 3·33%
Organische Bestandteile, löslich in Äther . . . . 0·90%
» » unlöslich . . . . 20·05%

Anorganische Bestandteile:

Löslich { Chloralkalien . . . . Spuren; Phosphate . . . . . 2·56%

Unlöslich { Karbonate . . . . . Spuren; Kalkphosphat . . . 72·50%; Magnesiumphosphat . Spuren

Doutrelepont berichtet über einen Speichelstein aus dem Duct. Wharton. und teilt folgende Analyse mit:

a) In Wasser löslich { organische Substanz . . . . 0·19%; Kochsalz . . . . 0·06%

b) In Salzsäure löslich { dreibasisch phosphorsaurer Kalk . . . . . . 81·65%; kohlensaurer Kalk . . . . 12·60%; und Spuren von Eisen, Natrium, Magnesium.

c) In Salzsäure unlösliche organische Substanz und Spuren von Kieselsäureverbindungen . . . . 5·02%

Die Analyse eines von Czygan beschriebenen Konglomerats von Steinen, welche in der Submaxillardrüse selbst seinen Sitz hatte, ergab das folgende Resultat:

Wasser	5%
Organische Substanz .	25%
Phosphorsaurer Kalk .	53%
Kohlensaurer Kalk . .	8%

Ferner: phosphorsaure Alkalien, Eisen und Spuren von Kieselsäure, kein Rhodankalium. Die weiße Rinde enthielt mehr organische Substanz als der Kern und fast allen kohlensauren Kalk.

Die Bakterienflora der Mundhöhle.

Von

Konrad Helly.

Einleitung.

Es ist eine schon seit längerem bekannte Tatsache, daß in der menschlichen Mundhöhle ständig ein Bakteriengemenge angetroffen werden kann, sowie daß ein Teil desselben in ätiologischer Beziehung zu gewissen Erkrankungen des Organismus gesetzt werden muß, mithin als pathogen anzusehen ist. Eben mit Rücksicht auf diese letztere Eigenschaft der Bakterien ist es ein wichtiger Zweig der einschlägigen Forschung geworden, genauer festzustellen, wo und unter welchen Bedingungen pathogene Keime sich überhaupt vorzufinden pflegen, und so wurde auch bereits für viele derselben die Frage erörtert und zum Teil auch beantwortet, ob sie, sei es unter normalen, sei es unter pathologischen Verhältnissen, in der Mundhöhle als deren Bewohner auftreten. Insbesondere die letzten Jahre brachten einige breiter angelegte Untersuchungen über die Zusammensetzung der Bakterienflora der Mundhöhle. Sie bestätigten die schon länger bekannte Tatsache, daß gerade diejenigen Keime, welche das Charakteristische der Mundflora unter normalen Bedingungen ausmachen, für die Pathologie des Gesamtorganismus wenig oder gar nicht in Betracht kommen.

Es ist zwar bekannt, daß bestimmte pathogene Mikroorganismen in der Mundhöhle — sogenannte Bakterienträger — schon unter sozusagen normalen Verhältnissen ständig vegetieren hönnen. Ein besonders charakteristisches Verhalten dieser Körperregion ist damit jedoch nur selten gegeben, so z. B. durch die als Begleiterscheinung von Mundekzemen auftretende Flora pathogener Kokken oder die Flora der Plaut-Vincentschen Angina. Dazu kommt noch, daß die meisten dieser Keime gerade für die Pathologie der Zähne im großen ganzen gewöhnlich belangslos sind, weshalb auch das von odontologischer Seite ihnen entgegengebrachte Interesse lange Zeit ein beschränktes blieb. Wohl aber erfuhren von dieser Seite die eigentlichen Mundbakterien schon frühzeitig eingehendere Beachtung, und es ist insbesondere das Verdienst W. D. Millers, durch sein be-

kanntes Buch: »Die Mikroorganismen der Mundhöhle« auf diesem Forschungsgebiet dauernde Ergebnisse zutage gefördert und eine Reihe weiterer Arbeiten anderer angeregt zu haben.

In der praktischen Zahnheilkunde ist die Erhebung des bakteriologischen Befundes im Mund und an den Zähnen aus den vorgenannten Gründen denn auch nicht viel geübt; ist doch der Erfolg ihrer Maßnahmen im allgemeinen eine mehr minder ausgiebige Entfernung des bakteritischen Materials von jenen Stellen, wo durch dasselbe dem Kauapparat, insbesondere den Zähnen, Schaden erwachsen könnte, während die an den Weichteilen des übrigen Mundes auftretenden und durch Mikroorganismen bedingten Erkrankungen der Hauptmasse nach in die Behandlungspraxis anderer Spezialfächer fallen. Immerhin bleibt aber wenigstens die theoretische Kenntnis der Bakteriologie des Mundes ein notwendiges Erfordernis der modernen Zahnheilkunde.

Was insbesondere die pathogenen Keime anlangt, welche sich im Mund vorfinden können, bildet die Rücksichtnahme auf ihre allenfallsige Anwesenheit nicht nur ein Erfordernis der operativen Technik daselbst, sondern sie muß auch bei der Handhabung der hygienischen Maßregeln im Erkrankungsgebiet selbst sowohl als auch mit Bezug auf die Vermeidung etwaiger Übertragung infektiösen Materials auf andere im Auge behalten werden.

Für die weiteren Ausführungen werden die allgemeinen Grundbegriffe der bakteriologischen Morphologie und Terminologie wohl als bekannt vorausgesetzt werden können, da diese ja schon seit geraumer Zeit in den medizinischen Lehrplan aufgenommen und daher wohl Gemeingut aller Ärzte geworden sind. Überdies bieten die gangbaren Lehr- und Handbücher der Bakteriologie diesbezüglich viel weitergehende Aufschlüsse, als in dem hier einzuhaltenden Rahmen geboten werden könnten, weshalb auf dieselben verwiesen wird (Baumgarten, Günter, Heim, Lehmann-Neumann, Kolle-Wassermann). Wohl aber soll auf die differentialdiagnostischen und sonstigen für den vorliegenden Gegenstand in Betracht kommenden Momente der hier abzuhandelnden Mikroorganismen gebührend Rücksicht genommen werden.

Technik.

Die bakteriologische Technik ist in manchen Beziehungen zu umständlich, um außerhalb des Laboratoriumsbetriebes geübt werden zu können. Es gilt dies in erster Linie von den auf die künstliche Züchtung von Bakterien abzielenden Maßnahmen. Wohl aber ist es ein Leichtes, sich durch mikroskopische Präparate einen gewissen Aufschluß über die jeweilig

vorhandene Mundhöhlenflora zu verschaffen und gegebenenfalls keimhaltiges Material in einer zur weiteren Verarbeitung durch den Fachbakteriologen geeigneten Weise vorzubereiten.

Was zunächst die Darstellung mikroskopischer Präparate anlangt, genügt es, von der zu untersuchenden Stelle mit einer ausgeglühten Platinöse ein wenig abzustreifen und auf einen gereinigten Objektträger zu bringen. Hier folgt Verreibung in dünner Schicht, die man lufttrocken werden läßt und hierauf behufs Fixation, mit der beschickten Seite nach oben gekehrt, dreimal durch die Flamme eines Spiritus- oder Bunsenbrenners zieht (nicht zu langsam!). Nun folgt die Färbung des Präparats, welche man in einfacher Weise mit Hilfe einer kernfärbenden Anilinfarbe (Löfflers Methylenblau, Fuchsin u. dgl.) vollziehen kann, welche man aber besser mittels der Methode nach Gram und nachfolgender Gegenfärbung mit Fuchsin vornimmt.

Die Gramsche Färbung nach der Originalmethode mit jedesmalig frischer Bereitung des Farbstoffes vorzunehmen ist etwas zeitraubend, weshalb folgender Vorgang zu empfehlen ist: Man hält sich zwei Farblösungen vorrätig, die unbegrenzt haltbar sind: 1. eine konzentrierte wässerige Lösung von Methyl- beziehungsweise Gentianaviolett; 2. eine konzentrierte Lösung desselben Farbstoffes in absolutem Alkohol, welchem reines Anilinöl im Verhältnis von 1 : 3 zugesetzt ist. Man mischt beide Lösungen im Verhältnis von 1 Teil der Lösung 2 zu 9 Teilen der Lösung 1 und verdünnt diese Mischung auf die Hälfte mit destilliertem Wasser. Die so erhaltene Farbe ist mehrere Wochen gebrauchsfähig haltbar. Ferner hält man vorrätig eine 5%ige Lösung von Jodkali in destilliertem Wasser, in welcher reines Jod bis zur Sättigung gelöst ist. Die Färbung erfolgt nun so, daß man die lufttrockenen und fixierten Präparate zuerst mit der Farbmischung betropft, diese sogleich wieder mit destilliertem Wasser abspült, hierauf sogleich wieder mit der Jodjodkaliumlösung betropft und auch diese alsbald wieder mit destilliertem Wasser wegspült. Hierauf wird das Präparat mit womöglich faserfreiem Fließpapier abgetrocknet (dasselbe muß in wenigstens vierfacher Lage genommen werden) und nun mit absolutem Alkohol so lange entfärbt, als es Farbe abgibt. Ist dies nicht mehr der Fall oder hat das Präparat einen stahlgrauen Ton erlangt, der sich nicht mehr ändert, dann ist diese Prozedur beendet und es sind, mit Ausnahme der schwarzblau gebliebenen grampositiven Keime und etwa noch des Schleimes, alle anderen Dinge (gramnegative Keime, Zellen und ihre Kerne) entfärbt. Um diese sichtbar zu machen, färbt man das Präparat in zehnfach verdünnter Fuchsinlösung (als konzentrierte Karbolfuchsinlösung vorrätig zu halten) nach, bis es deutlich rot geworden ist. Es folgt Abspülen mit Wasser und Trocknenlassen. Das Präparat ist nun fertig und kann ohne

weiteren Einschluß mit Immersionsöl bedeckt und mikroskopiert werden. Es kann aber auch, namentlich wenn es von längerer Dauer sein soll, zuvor noch mittels Dammaralacks oder Kanadabalsams und eines aufgelegten Deckglases eingeschlossen werden.

Zur Gewinnung kulturfähigen Materials empfiehlt es sich, in gleicher Weise wie oben abzunehmen und, wenn keine anderen Nährmedien zur Verfügung stehen, in steriler physiologischer Kochsalzlösung, womöglich aber auf schräg erstarrtem Serumagar, oder in steriler Nährbouillon zu verreiben, die ja gegenwärtig beide käuflich zu erhalten sind und auch begrenzte Zeit vorrätig gehalten werden können. Das so vorbereitete Material wird dann dem Bakteriologen zur weiteren Verarbeitung überantwortet, wenn man nicht selbst über die nötigen Behelfe verfügt. Es versteht sich von selbst, daß alles zu weiteren Züchtungsversuchen bestimmte Material vor sekundärer Verunreinigung durch fremde Keime sorgfältigst zu schützen ist, wie dies die Regeln des bakteriologischen Arbeitens vorschreiben: also vor allem Vermeidung der sekundären Verunreinigung bei der Entnahme und nachheriger guter und dauerhafter Verschluß der ersten Aufbewahrungsgefäße. Es braucht übrigens wohl kaum erst besonders bemerkt zu werden, daß es in manchen Fällen, namentlich wenn es sich um die Erkennung gröberer Formen handelt, genügt, vitale Präparate zur mikroskopischen Untersuchung zu benutzen.

Die den Mikroorganismen in der Mundhöhle gebotenen Lebensbedingungen.

Daß in der Mundhöhle überhaupt unter physiologischen Verhältnissen Mikroorganismen die zu ihrem Leben und weiteren Fortkommen nötigen Bedingungen finden, ist bei näherer Betrachtung selbstverständlich. Sehen wir von jenen Keimen ab, welche die Eintrocknung überdauern können und daher an ein feuchtes Medium nicht unbedingt gebunden sind, ist dieses Hauptерfordernis für ein gutes Gedeihen der verschiedensten unter ihnen im Mund für gewöhnlich reichlich erfüllt. Es gibt wohl Zustände, insbesondere solche hochfieberhafter Natur, bei welchen die Mundhöhle einer relativen Austrocknung ausgesetzt ist; wenn dieselbe aber auch unter Umständen einen außerordentlich hohen Grad zu erreichen vermag, sinkt anderseits durch den geänderten Allgemeinzustand sowie durch das Rissigwerden der Mundschleimhaut deren Widerstandsfähigkeit gegen bakterielle Infektion, und es werden die Bedingungen für das Fortkommen gerade der pathogenen Keime eher besser als schlechter.

Die nächste wichtige Lebensbedingung der meisten Mikroorganismen, das Vorhandensein eines höheren Temperaturgrades, ist insofern in der

Mundhöhle erfüllt, als deren Temperatur ein ungefähres Optimum für die wichtigsten unter ihnen darstellt. Denn dieselbe entspricht der sogenannten Bruttemperatur, welche gerade für die pathogenen Keime ein wichtiges Erfordernis für das Gedeihen ist.

Da nun die beiden soeben erwähnten Zustände der Mundhöhle gemeinhin keinen allzu großen Schwankungen unterworfen sind, erhellt daraus, daß für die Zusammensetzung der Mundflora vorwiegend zwei Momente in Betracht kommen müssen. Das eine wird durch die Art der Nährstoffe gegeben sein, welche sich hierselbst vorfinden; das andere hängt davon ab, welchen Mikroorganismen überhaupt die Möglichkeit des Eindringens in den Mund geboten wird.

Als Nährmaterial dienen unter physiologischen Verhältnissen hauptsächlich drei Gruppen von Stoffen:

1. die Sekrete der Mundhöhle;
2. die dem Abbau unterworfenen zelligen Elemente daselbst;
3. die Überreste der als Nahrung aufgenommenen Stoffe.

Dazu kommen unter pathologischen Verhältnissen:

4. zerfallendes Zahngewebe und
5. durch besondere Umstände geschädigte oder zur Keimansiedlung begünstigte Stellen der Weichteile des Mundes.

1. Die Sekrete. Diese entstammen bekanntlich den verschiedenen Schleim- und Speicheldrüsen des Mundes und seiner Umgebung. Sie bilden zusammen den Speichel schlechtweg. Dieser zeigt beim Menschen gewöhnlich eine deutlich alkalische Reaktion, welche gleichfalls eine das Wachstum der meisten pathogenen Keime elektiv begünstigende genannt werden muß. Auch durch seinen Gehalt an organischen und anorganischen Salzen und an der durch die Schleimbeimengung bedingten albuminoiden Substanz sowie durch den Gehalt an einem Ferment, Ptyalin, welches Stärke in Zucker und Dextrin verwandelt, eignet er sich in gewissem Grad als Bakteriennährboden. Anderseits enthält er auch wieder in diesem Sinn weniger günstig wirkende Rhodanate, die jedoch kaum eine wesentliche wachstumbehindernde Wirkung auszuüben vermögen, wie aus dem Bakterienreichtum des Speichels hervorgeht. Dagegen ist der durch Chamberlandfilter keimfrei gemachte menschliche nach Sanarelli ein günstiger Nährboden für gewisse pathogene Bakterien, die er, wenn ihre Zahl nicht zu groß ist, mehr oder weniger rasch zerstören kann, oder die er wenigstens, wenn er ihre Entwicklung auch zuläßt (beispielsweise Pneumokokken), abschwächen oder ganz unwirksam machen kann, beziehungsweise im Typus zu ändern vermag.

2. Der Zellabfall. Als solcher kommen wesentlich die in ständiger Abschilferung begriffenen Plattenepithelien der Mundhöhle in Betracht,

denen auch einzelne Leukozyten beigemengt sein können, so namentlich bei bestehenden Katarrhen der Luftwege. Diese Elemente bilden, wie man sich an mikroskopischen Präparaten überzeugen kann, einen sehr guten Nährboden für Bakterien, mit welchen sie gewöhnlich mehr weniger vollgestopft erscheinen. Sie sammeln sich in dieser Form in der Mundhöhle, besonders in den Krypten der Gaumentonsillen und an jenen Stellen der Zähne und des Zahnfleisches an, welche vor mechanischer Reinigung durch das Kauen geschützter sind.

3. Die Speisereste. Der Gehalt der Mundhöhle an Speiseresten ist ein außerordentlich wechselnder, sowohl nach Qualität als nach Quantität. Im allgemeinen halten sich Fleisch- und Pflanzenfaserreste, als die der verdauenden Wirkung des Speichels weniger unterliegenden, länger als Kohlenhydrate; jedoch finden sich auch diese gleich jenen insbesondere in den Furchen zwischen den Zähnen, wobei ihre Menge unter anderem auch davon abhängt, in welchem Grad sich die Mundhöhle der Selbstreinigung unterzieht, wie sie durch das Kauen härterer Speisen bedingt ist, und in welchem Maße sie mechanischer Reinigung unterzogen wird. Dabei sind im allgemeinen die Kohlenhydrate gefährlicher wegen der Säurebildung bei der Vergärung durch Bakterienwirkung, wodurch Entkalkung der Zähne und Auftreten der Karies begünstigt wird. Spielen diese Momente keine wesentliche Rolle im Sinn einer Reinhaltung des Mundes, dann kommt den Speiseresten die weitaus wichtigste Stelle unter den Nährsubstanzen für die Mikroorganismen des Mundes zu.

4. Zerfallendes Zahngewebe. Wenn Zähne durch irgendwelche Einflüsse schadhaft zu werden beginnen, kommt es unter Zerstörung des Schmelzes und Zahnhalses zum Zerfall der leimgebenden albuminoiden Grundsubstanz des Zahnbeins, des sogenannten Zahnknorpels und weiterhin auch der Pulpa. Hierbei spielen die Bakterien insofern eine Rolle, als sie teils durch Säurebildung, teils durch Eiweißzersetzung diese Vorgänge begünstigen. Es entsteht dadurch eine Masse, welche wieder als Nährboden für die Mikroorganismen in hervorragendem Maße geeignet ist, und so kommt es in weiterer Folge zu einem Circulus vitiosus, dem gewöhnlich erst durch radikale Entfernung des kranken beziehungsweise abgestorbenen Gewebes Einhalt geboten werden kann. Es kann aber auch vorkommen, daß offenbar auf dem Blut- oder Lymphwege die Pulpa ohne vorherige Affektion des Zahngewebes infiziert wird und unter Bakterienwucherung vollständig zugrunde geht. Dieser Prozeß ist so lange von nur lokal auf die betroffenen Zähne beschränkter Bedeutung, als er nicht in die Tiefe dringt. Ist dies aber der Fall, sei es an der Außenfläche der Zahnsubstanz, sei es in der Pulpahöhle, so kann es zur Ansiedlung insbesondere pathogener Keime zunächst im Zahnfleisch und Periost sowie in der Pulpa

kommen, die dann von verschieden weitgreifender entzündlicher Erkrankung der betreffenden Gewebe und ihrer Umgebung gefolgt werden und schließlich zu Prozessen führen kann, die selbst für den Gesamtorganismus von weittragender Bedeutung werden. Es ist somit der Übergang gegeben zu

5. Bakterienansiedlung in den Weichteilen des Mundes. Diese findet, abgesehen von den Stellen in der unmittelbaren Umgebung der Zähne, unter geeigneten Umständen auch sonst überall in der Mundhöhle statt, wo es zu einer Gewebeschädigung mit gleichzeitiger oder nachfolgender Invasion pathogener Keime gekommen ist. Dabei hängt es wesentlich vom Charakter der Schädigung und vom Grad der Virulenz der Keime ab, ob und in welchem Ausmaß dieselben an den genannten Stellen ihr Fortkommen zu finden vermögen. Je umfänglicher die ersteren im Sinne der schließlichen Mortifikation und je höher die letztere ist, desto günstiger sind die Bedingungen für dasselbe, wobei auch die sonst eine Infektion begünstigenden Umstände, wie z. B. feine Stichverletzungen u. dgl. mehr, von voller Wirksamkeit sind. Allerdings unterscheidet sich die Mundschleimhaut von vielen anderen Körperstellen dadurch, daß sie trotz ihrer leichten, zu Blutungen führenden Verletzlichkeit doch eine erhebliche Widerstandsfähigkeit gegen das Haften von Infektionen an ihren etwaigen Wunden zeigt.

Nicht zu übersehen ist, daß bei Zuständen, welche den Gesamtzustand des Organismus schädigen, auch im Mund die Bedingungen für eine Ansiedlung von Mikroorganismen günstiger werden, da teils die lokale Gewebeimmunität leidet, teils die Reinigung der Mundhöhle von ihren Keimen eine schlechtere wird. Insbesondere das bei entzündlichen Prozessen des Zahnfleisches austretende Reizserum bildet einen günstigen Nährboden für die Mundbakterien, namentlich die Spirillen und Spirochäten.

Als besondere Lieblingsstätten für diese durch die Gewebeschädigung begünstigte Keimansiedlung sind zu betrachten der Zahnfleischrand, die Zungenränder und die Gaumentonsillen. Aber auch die übrigen Stellen der Mundhöhle sind keineswegs gegen Infektionen gefeit, und manche dienen sogar als Prädilektionsstellen für ganz bestimmte bakterielle Erkrankungen, wie z. B. die Wangenschleimhaut bezüglich der Noma.

Wir kommen nun zur zweiten, vorhin aufgeworfenen Frage, nämlich welchen Keimen überhaupt die Möglichkeit des Eindringens in die Mundhöhle geboten ist. Allgemein läßt sich die Frage natürlich dahin beantworten, daß es diesbezüglich keine Ausnahme gibt, und daß insbesondere alle jene Mikroorganismen, welche in der Luft vorkommen, eigentlich notwendigerweise ihren Eingang auch in die Nase und in den Mund finden

müssen. Tatsächlich findet die erste Infektion der Mundhöhle, welche bis zur Geburt unter normalen Verhältnissen ja steril und keimfrei ist, erst nach derselben statt, wie Campo nachgewiesen hat, durch die Luft in den ersten Stunden des Extrauterinlebens. Kneise will allerdings schon im Moment der Geburt in 97·5% der Fälle Bakterien, besonders Staphylo- und Streptokokken, nachgewiesen haben, die zum Teil hoch virulent waren. Tatsächlich sind denn auch schon die verschiedensten Keime in der Mundhöhle nachgewiesen worden, so wie es auch keinem Zweifel unterliegt, daß eine Anzahl von ihnen, ohne die Mundhöhle selbst zu infizieren, doch dieselbe auf dem Wege zu jenen Organen, in welchen sie mehr minder spezifische pathologische Prozesse hervorrufen, passieren und daß sie sogar in derselben lange beherbergt werden können, ohne lokal oder entfernt Schaden zu stiften, während sie anderseits doch ihre Virulenz keineswegs eingebüßt haben. Wir erkennen letzteres daran, daß sie, unter geeignete Bedingungen versetzt, dieselbe sofort in unvermindertem Maße äußern, während es bekanntlich zu den schwersten Dingen der experimentellen Bakteriologie gehört, Keimen, welche ihre Virulenz wirklich eingebüßt haben, dieselbe wieder anzuzüchten; ja in vielen Fällen scheint es überhaupt unmöglich zu sein.

Daß bezüglich des Eindringens von Mikroorganismen in die Mundhöhle Lebensgewohnheiten und die verschiedensten äußeren Umstände eine namhafte Rolle spielen, bedarf keiner eingehenderen Ausführung. Insbesondere eine halbwegs zweckmäßige Mundhygiene vermag den Keimgehalt der Mundhöhle in mancher Beziehung auf ein Mindestmaß einschränken, wenngleich gewisse pathogene Keime sich sehr hartnäckig erweisen. Des allgemeineren Interesses halber sei angeführt, daß Körner das Tabakrauchen als für die Bakterien schädlich erklärt und behauptet, daß bei starken Rauchern die Karies der Zähne seltener sei, und wenn sie auftrete, sich dann mehr in chronischer Form zeige.

Von wesentlicher Bedeutung für die Art der Bakterienflora im Mund sind ferner zwei Momente. Das eine ist durch etwaige Erkrankungen parasitärer Natur gegeben, die an anderen Körperstellen lokalisiert sind, da ihre Erreger leicht in die Mundhöhle verschleppt werden, beziehungsweise dieselbe normalerweise zu passieren gezwungen sind. Es betrifft dies in erster Linie Erkrankungen der Respirationsorgane, des Darmes und die Syphilis. Das zweite Moment wird durch infektiöse Erkrankungen von Personen der Umgebung gebildet, indem man bereits für verschiedene derartige Prozesse nachzuweisen vermochte, daß die betreffenden Erreger von den Kranken auf ihre gesunde Umgebung übertragen werden können, woselbst sie sich insbesondere in der Mundhöhle und ihren Nachbarräumen nachweisen lassen, ohne daß ihre Träger erkranken müssen. Dieselben sind

jedoch nunmehr wieder für dritte Personen infektiös geworden und bilden eben jene Gruppe der eingangs erwähnten »Bakterienträger«, welche Asepsis und Desinfektion des zahnärztlichen Inventars zusammen mit allen anderen Gründen, die hierfür sprechen, als unumstößliches Gebot erscheinen lassen.

Die künstliche Züchtung der Mundbakterien.

Obzwar sämtliche Mundbakterien am Orte ihrer Ansiedlung unter scheinbar sehr einfachen Lebensbedingungen gedeihen, so daß man vermuten könnte, es müsse sehr leicht sein, dieselben auch durch künstliche Nährböden nachzuahmen, zeigt sich doch bei fortgesetzten Züchtungsversuchen, daß diese Voraussetzung zwar für die Mehrzahl der im Mund vorkommenden Keime zutrifft, daß aber doch eine Anzahl unter ihnen vorhanden ist, bei denen diese Versuche schwer oder gar nicht gelingen wollen. Der Grund für diese Erscheinung ist ein mehrfacher. Was zunächst den bekannten Unterschied zwischen aeroben und anaeroben Bakterien betrifft, hat es den Anschein, daß in der Mundhöhle eigentlich nur die ersteren, wenn auch zum Teil nur als fakultative Aerobier, zu erwarten wären. Jedoch auch hier ist eine Einschränkung insofern nötig, als wir gegenwärtig wissen, daß ein obligater Anaerobier auch dann bei Sauerstoffzutritt zum Kulturmedium zu gedeihen vermag, wenn gleichzeitig durch irgendeinen anderen Vorgang eine ausreichende Absorption des Sauerstoffs erzielt wird, sei es, daß sich im Nährboden reduzierend wirkende Substanzen vorfinden, sei es, daß mit dem gedachten Keim zugleich eine Aussaat anderer stattgefunden hat, die bei ihrem Wachstum einen hohen Sauerstoffverbrauch an den Tag legen.

Kann so das Vorkommen des einen Bakteriums dem anderen gewissermaßen die Existenzbedingungen schaffen, die dann auch bei der künstlichen Züchtung entsprechende Berücksichtigung erfahren müssen, so findet unter anderen Umständen wieder ein sozusagen entgegengesetzter Vorgang statt, der darin besteht, daß ein Keim bei seiner Züchtung aus den gebotenen Nährsubstanzen chemische Produkte durch seinen Stoffwechsel entwickelt, welche für andere Keime geradezu entwicklungshemmend wirken müssen. In erster Linie handelt es sich hierbei um die durch gewisse Bakterien bedingte stärkere Ansäuerung des Nährbodens.

Sieht man von diesen in den Lebensäußerungen der Bakterien gegeneinander begründeten Erschwernissen des Kulturverfahrens sowie von jenen wenigen Keimen ab, für welche die geeigneten Züchtungsbedingungen überhaupt noch nicht ermittelt sind, so kann man im allgemeinen mit den gebräuchlichen künstlichen Nährböden sein Auslangen finden: Bouillon, Gelatine, Agar-Agar, ferner die mit einem größeren oder geringeren Zu-

satz von Serum oder Zucker hergestellten Nährböden; für gewisse Zwecke sind statt der gewöhnlich alkalischen saure oder sonstige Spezialnährböden nötig. Zur Reinzüchtung sowie auch zur halbwegs sicheren Diagnosestellung ist natürlich das Kulturverfahren mit Hilfe zu Platten gegossener Nährböden unumgänglich.

Bezüglich der durch das Färbungs- und Kulturverfahren erzielbaren Vollständigkeit und Genauigkeit der Klassifikation aller in einem einzigen Fall zu ermittelnden Keime wird man sich allerdings nicht zu weitgehenden Erwartungen hingeben dürfen. Es gelten diesbezüglich auch heute noch die von Miller ausgesprochenen Sätze: »Wegen der großen Anzahl verschiedener Bakterienarten, welche aus dem Mund reingezüchtet worden sind, ist es bis jetzt ganz unmöglich gewesen, eine Klassifikation derselben aufzustellen, ebensowenig ist man — mit wenigen Ausnahmen — imstande, anzugeben, welche von diesen Bakterien am häufigsten vorkommen, oder unter welchen Bedingungen die einzelnen Arten am besten gedeihen. Wer eine ausgedehnte Reihe von Kulturversuchen anstellt, wird bald von einer solchen Masse von Material überhäuft, daß es unmöglich ist, dasselbe mit der gewünschten Gründlichkeit zu behandeln. Ich selber sowohl als andere, die sich mit diesem Gegenstand beschäftigt, haben den Fehler begangen, daß ich den unausführbaren Versuch gemacht habe, sämtliche isolierten Bakterienarten einer Prüfung zu unterziehen, statt mich auf einzelne Arten zu beschränken und dieselben möglichst gründlich nach allen Richtungen hin zu prüfen. Man erzielte nur allgemeine Resultate, und die Arbeiten verschiedener Forscher deckten sich, statt sich zu ergänzen. Es besteht infolgedessen eine Verwirrung in unseren Anschauungen über die Bakterien der Mundhöhle, welche nur mit einem enormen Arbeitsaufwand aufgehellt werden kann.« Derselbe Autor bemerkt an anderer Stelle, daß er selbst über hundert Bakterienarten aus den Mundsäften und -belägen isoliert habe!

Ein bis zu einem gewissen Grad unter geeigneten Umständen leistungsfähigeres Verfahren zur Isolierung pathogener Mundkeime, als es die Kultur auf künstlichen Nährböden darstellt, ist durch den Tierversuch geboten. Es gelingt auf diese Weise vor allem, unter bestimmten Gesichtspunkten eine wesentliche Vereinfachung der Untersuchung herbeizuführen, da ja im Tierkörper nur eine beschränkte Zahl von Mikroorganismen aus einem zum Versuch benutzten Gemisch derselben, oft überhaupt nur ein einziger sein Fortkommen findet. Allerdings bedarf die Deutung des Ergebnisses einer gewissen Vorsicht, welche darin begründet ist, daß die Pathogenität der Mikroorganismen für Mensch und Tier durchaus nicht immer dieselbe ist. Ferner gibt es Keime, welche, allein zur Wirkung gelangend, einen anderen Grad der Pathogenität äußern als in Gemeinschaft mit bestimmten anderen, sei es, daß ihre Wirkung erhöht, sei es, daß sie abgeschwächt

wird. Der Tierversuch wird in der Regel an Kaninchen, Mäusen und Meerschweinchen vorgenommen, bildet nach dem vorhin Ausgeführten sohin nur eine Ergänzung des Kulturverfahrens und muß daher als ein Teil der künstlichen Züchtung betrachtet werden.

Die Arten der Mundbakterien.

Allgemein ausgedrückt, gehören die im Mund vorkommenden Mikroorganismen zu den pflanzlichen Parasiten. Es sind nur wenige hierhergehörige tierische Parasiten bekannt, die zu den Protozoen gehören. Ferner ist für die Spirochäten insofern ein Vorbehalt nötig, als über ihre Zugehörigkeit zu den tierischen oder pflanzlichen Parasiten die Meinungen der Forscher noch geteilt sind. Nach ihrer Morphologie finden wir fast alle bekannten Formen vertreten. Die Namengebung ist allerdings eine außerordentlich reiche, wie ja überhaupt in der Bakteriologie. In einer Reihe von Fällen läßt sich feststellen, daß von verschiedenen Seiten und unter verschiedenen Namen ein und dasselbe Bakterium beschrieben wurde; im allgemeinen vermehrt die so willkürlich bereicherte Nomenklatur nur die ohnehin bestehende Verwirrung.

Den Hauptanteil an der Mundhöhlenflora bestreiten Kokken und Bazillen, daneben finden sich aber auch Vibrionen, Spirochäten, Aktinomyzeten, Lepto- und Streptotricheen sowie Hefearten, endlich noch Amöben. Während für einen Teil dieser Bakterien und höheren Keime der Grad ihrer Pathogenität bekannt ist, herrscht bezüglich eines anderen in dieser Hinsicht noch ungeklärtes Dunkel. Immerhin können wir aber für die überwiegende Menge der in einer normalen Mundhöhle vorkommenden Keime annehmen, daß sie zumindest für den menschlichen Organismus ungefährlich beziehungsweise nicht oder nur bedingt pathogen sind. Bei der nun folgenden Abhandlung der einzelnen Arten soll gruppenweise nach der morphologischen Grundform vorgegangen werden; genauer gekannte oder durch ihre Pathogenität wichtigere Keime werden hierbei naturgemäß eingehender berücksichtigt, andere, auf welche diese Voraussetzungen nicht zutreffen, nur vorübergehend gestreift werden. Denn Zweck dieser Ausführung ist weniger, eine Bereicherung der bakteriologischen Fachliteratur zu bilden, als vielmehr eine kurze Orientierung über den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse über die Mundhöhlenflora und über die praktisch wichtigen Seiten dieser Kenntnisse zu ermöglichen.

Kokkenarten.

Nebst vielen Arten dieser Keime, welche große Schwankungen bezüglich des Vorkommens in der Mundhöhle zeigen, ist hier zunächst eine

Art anzuführen, von welcher Miller fand, daß sie als ständiger Mundbewohner zu betrachten ist. Er gab ihr den Namen

Jodococcus vaginatus.

Diese Bezeichnung fußt auf zwei Eigentümlichkeiten des betreffenden Kokkus: die eine betrifft eine bestimmte Farbenreaktion, die andere ein Formmerkmal. In einer mit Milchsäure schwach angesäuerten Jodjodkalilösung nimmt der Kokkus nämlich eine deutlich blauviolette Färbung an; ferner zeigt er von einer deutlichen Scheide umgebene Verbände. Diese Scheide bleibt bei der genannten Färbung farblos oder wird schwach gelblich, welche Farbe auch alle anderen Elemente des Zahnbelages annehmen, welche die Jodreaktion nicht zeigen. Man nimmt diese Reaktion derart vor, daß man ein wenig Zahnbelag in der milchsauren Jodjodkalilösung aufschwemmt und das Präparat mit einem stärkeren Trockensystem untersucht. Die einzelnen Verbände bestehen nach Miller aus vier- bis zehngliedrigen Zellketten. Die Zellen liegen teils einzeln, teils zu Paaren oder Tetraden in der Scheide und zeigen je nach der gegenseitigen Abplattung verschiedene Formen. Die Züchtung gelang bisher nicht. Bei Gram-Fuchsinfärbung scheint sich der Gramfarbstoff hauptsächlich am Rand der Zellglieder niederzuschlagen.

Außer dem Jodococcus vaginatus beschreibt Miller noch als ähnliche aber züchtbare Keime einen Jodococcus magnus und einen Jodococcus parvus. Beide haben mit dem erstgenannten die Jodreaktion gemeinschaftlich, unterscheiden sich aber von ihm durch den Mangel der oben beschriebenen Scheide und durch die Möglichkeit, sie auf Agar und anderen Nährboden zum Wachstum zu bringen. Man kann nach Miller schon makroskopisch durch Übergießen der Kulturplatte mit der schwach angesäuerten Jodjodkalilösung die Jodokokken daran erkennen, daß sich ihre Kulturen zum Unterschied von den meist gelblich bleibenden der anderen Keime deutlich bläuen.

Ferner beschreibt Miller noch einen mit Jod schön rosarot werdenden

Mikrokokkus,

von dem wohl eine erste Kultur, aber keine Weiterzüchtung gelang. Es gibt dann noch eine größere Zahl von kurzweg als Micrococcus oder Coccus mit einem näher bestimmenden Beiwort beschriebenen Arten, von denen ein Teil insofern einiges Interesse beansprucht, als mehrere Farbstoffe bildende Keime hierher gehören. Manche Farbstoffbildner äußern diese Eigenschaft nur auf künstlichen Kulturen; anderen kommt dieselbe aber auch bei ihrem Wachstum im Organismus zu. So beschreibt Bobrzyniecki einen grampositiven Micrococcus lateritius, welcher sowohl im Mund

als auch auf Kulturen einen ziegelroten Farbstoff bildet und der für Kaninchen und Mäuse pathogen sein soll. Weiter züchtete Freund als chromogene, i. e. farbstoffbildende Micrococcus flavus liquefaciens, M. luteus, M. aurantiacus, M. agilis, M. carneus, M. cremoides und M. citreus granulatus, von denen aber einzelne mit sonst unter dem Namen Staphylococcus gehenden Keimen identisch sein dürften. Gleichfalls von untergeordneter Bedeutung sind dann noch die von Rosenthal beschriebenen M. Reesii und M. ochraceus, der nach Hopkins angeblich nicht pathogene und nur bei niederer Temperatur gut wachsende M. subnormalis sowie, von Miller beschrieben, der M. nexifer, möglicherweise identisch mit dem Streptococcus brevis, und eine nicht näher bezeichnete Art und der von Baumgartner beschriebene M. drinophilus.

Sind die bisher genannten Kokken von keiner oder nur untergeordneter Bedeutung, sofern es sich um ihre möglichen Wirkungen auf den Gesamtorganismus handelt, so gilt ein gleiches nicht von den noch zu nennenden, die aber anderseits in einer normalen Mundhöhle als seltenere Bewohner oder überhaupt nur unter pathologischen Verhältnissen angetroffen werden können. Einer der häufigeren Keime dieser Art ist der

Micrococcus tetragenus.

Seine charakteristische Eigenheit besteht darin, daß er in Gruppenverbänden auftritt, deren jede einzelne aus vier kokkenartigen Elementen zusammengesetzt ist. Diese Gruppen werden von einer gallertigen Hülle, der sogenannten Kapsel, umschlossen. Er läßt sich nach der Gramschen Methode färben und wächst auf den gebräuchlichen Nährböden. Gelatine wird nicht verflüssigt. Er ist ein Aerobier. Für weiße Mäuse und Meerschweinchen ist er pathogen. Er findet sich auch in eitrigen Prozessen des Menschen zumeist in Gesellschaft mit anderen Keimen, seltener allein. Als Bewohner der Mundhöhle erwähnen ihn Biondi und Miller sowie einige andere Autoren, die ihn bei eitrigen Erkrankungen im Bereich der Mundhöhle fanden, zum Teil, wie Park, bei derartigen, von kranken Zähnen ausgehenden Prozessen. Burckhardt beschreibt ihn als Sarcina tetragena. Ferner findet er sich öfter bei Erkrankungen der tieferen Luftwege in diesen, von wo aus er mit dem Sputum in den Mund befördert wird.

Micrococcus gingivae pyogenes.

Miller beschreibt dieses Bakterium als aus unregelmäßigen Kokken oder sehr plumpen Stäbchen gebildet, die einzeln oder paarweise liegen. Er gedeiht leicht in Kultur und ist ein Säurebildner, der aus Zucker ent-

haltendem Nährboden Gas entwickelt. Das Bakterium ist tierpathogen und wurde von Miller in einem Fall von Alveolarpyorrhöe sowie in einem sehr unsauberen, sonst gesunden Mund gefunden.

Micrococcus catharrhalis.

Er ist ein Vertreter der aeroben, gramnegativen Doppelkokken, zu denen auch die beiden, im folgenden zu beschreibenden Keime gerechnet werden müssen. Als für den Menschen pathogenes Bakterium kommt er in erster Linie bei katarrhalischen Erkrankungen der Luftwege in Betracht; es scheint, daß er dabei Symptomenkomplexe hervorzurufen vermag, welche man gewöhnlich auf den Influenzabazillus bezieht. Ich war wenigstens zu Zeiten gehäufter derartiger Erkrankungen imstande, ihn ohne Begleitung des letzteren, gelegentlich sogar fast in Reinkultur im Sputum aufzufinden. Er wird auch in der Mundhöhle aufgefunden, woselbst aber durch ihn allein erregte pathologische Prozesse bisher noch nicht bekannt geworden sind. Morphologisch ist der Micrococcus catarrhalis gekennzeichnet als ziemlich großer, querovaler, oft in Tetraden gelagerter Doppelkokkus. Kulturell zeigt er sich durchaus nicht anspruchsvoll und unterscheidet sich dadurch wesentlich von den beiden anderen zu erwähnenden Arten. Die eine derselben wird vertreten durch den

Gonococcus.

Derselbe wird hier hauptsächlich erwähnt, um auf die Möglichkeit der Verwechslung mit dem vorigen und insbesondere dem nächsten Bakterium hinzuweisen. Er ist bekanntlich gleichfalls ein gramnegativer Diplokokkus, merklich kleiner als der vorige, in den durch ihn hervorgerufenen Exsudaten und Sekreten hauptsächlich intrazellular gelagert und namentlich auf serum- und eiweißhaltigen Nährböden zu züchten. In der Mundhöhle kommt er aber im allgemeinen nicht vor, wenngleich seine vorübergehende Verschleppung dahin möglich ist, so namentlich bei der Conjunctivitis blenorrhoica. Rosinski beschrieb übrigens gleich einigen anderen Autoren eine gonorrhoische Stomatitis bei Neugebornen, Perutz eine solche Gingivitis bei einem Gonorrhoiker. Viel wichtiger ist der dritte hier zu nennende Kokkus, der

Diplococcus intracellularis meningitidis,

kurzweg auch Meningococcus genannt. Dieser ist dem vorigen zum Verwechseln ähnlich und kann von ihm nur durch kompliziertere Methoden sicher unterschieden werden. Als Erreger der Meningitis cerebrospinalis epidemica ist er von hoher pathogenetischer Bedeutung. Hier verdient er deshalb Erwäh-

nung, weil er sich nicht nur bei spezifisch Erkrankten, sondern auch bei Personen aus deren Umgebung im Nasen- und Rachensekret vorfindet, woselbst er, ohne eine Erkrankung hervorzurufen, länger dauernden Aufenthalt nehmen kann. Die Träger der Meningokokken sind jedoch wieder ihrerseits gegenüber dritten Personen eine ständige Infektionsgefahr. Unter gewissen Umständen, wie insbesondere bei gehäuftem Auftreten der Erkrankung, wird der Übertragungsmöglichkeit durch das vom Rachen aus infizierte Mundsekret Rechnung getragen werden müssen. In dasselbe gelangt er überdies gelegentlich auch noch von den tieferen Luftwegen aus, wenn dieselben, wie dies bei der Genickstarre zuweilen vorkommt, gleichfalls vom Rachen aus erkrankt sind, wo die Tonsille den Hauptinfektionsherd darstellt. Auch bei ihm sind aber durch ihn selbst bedingte Erkrankungen des Mundes bisher nicht bekannt.

Diplococcus lanceolatus.

Dieses Bakterium führt bekanntlich eine Reihe von synonymen Bezeichnungen, wie Micrococcus der Sputumseptikämie, Pneumococcus, Streptococcus lanceolatus, Diplococcus pneumoniae u. dgl. Er ist einer der wichtigsten, wenn nicht geradezu der wichtigste von allen in der Mundhöhle vorkommenden Mikroorganismen, und er ist auch von den nicht ständigen derselben der mit am häufigsten darin anzutreffende.

Der Pneumokokkus, wie wir ihn kurz nennen wollen, ist ein grampositiver Kokkus von längsovaler bis lanzettförmiger Gestalt, der typisch in Paaren angeordnet ist, die ihrerseits wieder sich zu Ketten ergänzen können. Im Tierkörper zeigt er deutlich eine Schleimkapsel, hingegen ist er derselben in künstlichen Kulturen im allgemeinen bar. Er verträgt Austrocknung ziemlich gut, ohne seine Lebensfähigkeit oder Virulenz einzubüßen. Seine künstliche Züchtung gelingt am besten bei Bruttemperatur auf leicht alkalischen und mit einem Zusatz von Blutserum versehenen Nährböden. Bezüglich seiner Stellung im Bakteriensystem gehen die Meinungen insofern auseinander, als er von einigen Seiten wegen seiner morphologischen und kulturellen Ähnlichkeit mit Streptokokken zu diesen als Abart gerechnet wird. Doch unterscheidet er sich von den Hauptvertretern derselben, dem Streptococcus longus und dem Streptococcus viridis, durch die ihm zukommende, diesen aber oft fehlende Tierpathogenität. Nur dem Streptococcus mucosus steht er diesbezüglich näher; doch entfernt sich dieser wieder von den genannten zwei Streptokokkenarten weiter. Auch sonst sind noch Unterschiede biologischer und pathogenetischer Natur vorhanden, welche es rechtfertigen, wenn man den Pneumokokkus als für sich selbständige Art betrachtet. Ein näheres Eingehen auf diese Frage müssen wir uns aber hier versagen.

Im Mund selbst findet man ihn als pathogenen Keim teils allein, teils mit anderen Bakterien, vorwiegend bei eitrig-entzündlichen Prozessen, insbesondere bei solchen an den Gaumen- und Rachentonsillen. Seine pathogenetische Bedeutung für den menschlichen Organismus zeigt er jedoch zum geringsten Teil in solchen lokalen Erscheinungen; gefährlich wird er vielmehr durch seine Neigung zum Übertritt ins Blut und dadurch zustande kommende bakteriämisch-metastatische Erkrankungen. Trotz dieser seiner Gefährlichkeit kann er in der Mundhöhle lange Zeit getragen werden, ohne einen Schaden zu stiften und ohne seine Träger in gleich hohem Grad für ihre Umgebung infektiös erscheinen zu lassen, wie dies etwa bei Meningokokken (s. o.) der Fall ist.

Miller beschreibt vier Arten dieses von ihm noch Mikrokokkus der Sputumseptikämie genannten Bakteriums. Es steht dies damit im Einklang, daß der Pneumokokkus in gewissen Spielarten angetroffen wird. Die von Miller als zweite bezeichnete Art zeigt übrigens nach seiner Beschreibung manche unverkennbare Ähnlichkeit mit dem schon erwähnten Streptococcus mucosus. Der als vierter bezeichnete ist ferner noch dadurch interessant, daß er bei fortgesetzter Passage durch den Tierkörper seine Virulenz einbüßen soll, ganz im Gegensatz zu den meisten anderen pathogenen Keimen, die, wofern sie sich bei dieser Behandlung ändern, gewöhnlich einer Erhöhung der Virulenz teilhaftig werden. Auf künstlichen Kulturmedien gezüchtet, verlieren die Pneumokokken in der Regel ziemlich bald ihre Virulenz gegenüber den Versuchstieren.

Den Pneumokokkus von der Mundhöhle fernzuhalten gelingt unter Umständen selbst durch entsprechende saubere Pflege derselben verhältnismäßig schwer oder gar nicht, besonders dann, wenn er seine Pflanzstätte im Organismus besitzt, von wo aus immer neuer Nachschub dahin erfolgen kann, aber auch ohne eine solche aus nicht festgestellten Gründen. Bei der Hartnäckigkeit einzelner durch ihn bedingter Erkrankungen, z. B. des Tränensackes, des Mittelohrs usw., wird die Aufgabe seiner dauernden Entfernung aus der Mundhöhle mitunter schwer zu lösen sein, obzwar sie mit Rücksicht auf die Gefährdung anderer Organe, insbesondere der Lunge, im Vordergrund einer zweckmäßigen Mundhygiene stehen sollte.

Streptokokken.

Nächst den Diplokokken gehören zu den häufigsten Mundbakterien mit pathogener Bedeutung die Streptokokken. Es gibt deren mehrere Arten. Die Unterscheidung derselben wird nach ihrer Wuchsform sowie nach ihrem Verhalten gegenüber dem Nährboden zugesetztem Blutfarbstoff vorgenommen. Wir kennen in langen und in kurzen Ketten wachsende beziehungsweise solche, welche den Blutfarbstoff zersetzen und eine grünliche Farbe an-

nehmen, und solche, denen diese Eigenschaft nicht zukommt, ferner eine Art, welche durch ihr schleimiges Wachstum sich von den anderen unterscheidet. Dementsprechend sind auch verschiedene Benennungen in Übung, wie: Streptococcus pyogenes longus s. erysipelatis, Streptococcus brevis, viridis, mitior, mucosus usw. Schottmüller unterscheidet vier Arten: Streptococcus vulgaris s. erysipelatis, Str. viridans, Str. mucosus und Str. putridus.

Die Streptokokken sind im allgemeinen dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen in ihrer Farbenreaktion grampositiven Kokken in Ketten angeordnet sind; innerhalb derselben bilden sie bisweilen Doppelformen, welche sich von denen der Diplokokken aber dadurch unterscheiden, daß die sie zusammensetzenden Einzelkokken nicht längs-, sondern queroval sind. Die Ketten zeigen eine verschiedene Länge. Mit Ausnahme des Str. mucosus mangelt den Streptokokken die für die Pneumokokken charakteristische deutliche Kapselbildung; der genannte Str. mucosus aber steht, wie schon oben erwähnt, den Pneumokokken auch sonst näher als den übrigen Streptokokken.

Was die Pathogenität der Streptokokken anlangt, ist dieselbe eine außerordentlich variable. Namentlich gilt dies gegenüber den Versuchstieren, die sich bezüglich vieler menschenpathogener Stämme resistent verhalten. Am geeignetsten sind nach Angabe verschiedener Forscher weiße Mäuse zur Auswertung ihrer Tierpathogenität. Will man einen derart gut reagierenden Stamm bei fortgesetzter Züchtung virulent erhalten, so muß man ihn öfter durch den Tierkörper schicken und ihn in der Zwischenzeit auf Agar oder Serumagar im tiefen Stich vor Licht und höherer Temperatur geschützt aufbewahren. Kulturell gedeiht er unter ähnlichen Bedingungen wie der Pneumokokkus. Gelatine wird von ihm nicht verflüssigt.

In der Mundhöhle findet man den Streptokokkus sowohl als unschuldigen Saprophyten als auch als Erreger eitriger und insbesondere phlegmonöser Prozesse. Er kann vor allem als fast konstanter Teil der Mundflora bei katarrhalischen Erkrankungen der Luftwege angesehen werden sowie überhaupt bei schlechter Mundpflege. In den Kulturen derartiger »Mundsputa« findet man ihn dann in der Regel mit Diplo- und Staphylokokken vergesellschattet und Tieren gegenüber als nicht pathogenen Stamm. Mucha beschrieb einen derartigen, ziemlich regelmäßigen Mundstreptokokkus, dessen Tierpathogenität gering, dessen Menschenpathogenität nicht sicher zu stellen war. Seine wichtigste Rolle spielt er in der Mundhöhle als Erreger verschiedener Anginen, da in einer viel größeren Zahl von verschiedenen bakteriellen Erkrankungen, als früher angenommen wurde, wie Appendizitis, Endokarditis u. dgl., eine durch Streptokokken, aber auch durch andere Eitererreger hervorgerufene Tonsillarangina den primären Er-

krankungsherd bildet, von der aus die metastatische Verschleppung der Keime auf dem Lymph- und Blutweg stattfindet, worauf u. a. wieder Kretz hingewiesen hat. In dieser Eigenschaft, als Erreger von Anginen, scheint er auch, namentlich bei Kindern oder bei anderweitig Erkrankten, eine hohe Ansteckungsfähigkeit zu besitzen, die sich zunächst wieder in der Erregung einer Angina äußert. Wichtig ist ferner sein Anteil an der Erregung von septischen Prozessen im Anschluß an Mundoperationen.

In der Literatur findet sich noch ein von Biondi beschriebener Streptococcus pyaemicus; derselbe ist aber nach den eigenen Angaben des Autors mit dem Str. erysipelatis identisch, weshalb Miller vollkommen im Recht ist, wenn er diesen neuen Namen als unnötig ablehnt. Ein gleiches gilt vom Streptococcus continuosus Blacks, welcher nach Goadby mit dem Str. brevis identisch ist. Interesse beansprucht noch ein von Dellvie aus kariösem Zahnbein gezüchteter »Streptococcus dentinalis«, welcher der als Nährmedium benutzten Bouillon, die er wolkig trübt, allmählich eine saure Reaktion verleiht und sich in jüngeren Kulturen deutlich tierpathogen erweist.

Auch von anderen Seiten (Mayrhofer, Faisztl u. a.) wird den Streptokokken, besonders dem Str. longus, eine namhafte Beteiligung an der Entstehung der Karies sowie der Pulpaerkrankungen zugemessen. Baumgartner nennt geradezu die Zahnkaries eine Streptomykose, und auch Kantorowicz betrachtet die Streptokokken als die Haupterreger der Karies, desgleichen Niedergesäß.

Staphylokokken.

Diese Eitererreger sind wohl von allen bekannten überhaupt die verbreitetsten, und es kann daher nicht wundernehmen, daß wir ihnen auch in der Mundhöhle außerordentlich oft begegnen. Begünstigt wird ihr Dahingelangen noch durch den Umstand, daß sie ständig in großer Menge in der Luft und auf der äußeren Haut vorkommen. Sie variieren sehr stark, sowohl nach ihren Größenverhältnissen als auch nach ihren Erscheinungsformen in der Kultur auf künstlichen Nährböden sowie auch in ihrer Pathogenität. Als die wichtigste Art ist zweifelsohne der Staphylococcus pyogenes aureus zu betrachten, dem in jeder Beziehung am nächsten der St. pyogenes albus und der St. pyog. citreus stehen. Daneben gibt es aber noch eine Anzahl anders benannter Staphylokokken, von denen einige unten noch angeführt werden sollen.

Die Staphylokokken verdanken ihren Namen bekanntlich ihrem Wachstum in traubig geformten Häufchen. Sie unterscheiden sich dadurch oft auf den ersten Blick, auch ohne weitere Differenzierung durch das Kulturverfahren, von Diplo- und Streptokokken. Unter Umständen kann allerdings ein gewisser Zweifel über die Einreihung obwalten, so namentlich wenn

nur wenige Kokken sichtbar sind, die etwa noch überdies in Paaren oder ganz kurzen Ketten angeordnet sind. Das Auffinden von Teilungsformen erleichtert dann die Entscheidung, da sich die ersteren parallel, die beiden letzteren quer zur Wachstumsrichtung zu teilen pflegen, wodurch eben in dem einen Fall die Häufchen, in den anderen Fällen die Ketten zustande kommen müssen. In ihrer Farbenreaktion sind sie gleichfalls grampositiv. Ihre Züchtung in Kulturen gelingt außerordentlich leicht, da sie gar nicht besonders anspruchsvoll sind. Unterscheiden sie sich schon dadurch von den beiden vorhin besprochenen Kokkenarten, wird ihre Differenzierung noch dadurch erleichtert, daß sie, auf Gelatine gezüchtet, dieselbe verflüssigen. In Kulturen bilden die Staphylokokken verschiedene Farbstoffe, nach denen ihre weitere Unterscheidung vorgenommen wird. Der Farbstoff tritt oft erst bei längerem Stehen der Kultur an der Luft deutlich hervor, so namentlich beim St. pyog. aureus, der übrigens als Eitererreger weitaus häufiger in Frage kommt als albus und citreus.

Betrachtet man die Staphylokokken insgesamt als eine Gruppe, dann kann man ohne Übertreibung sagen, daß sie die häufigsten aller pathogenen Mundbakterien sind. Es ist aber diesbezüglich insofern eine Einschränkung nötig, als ihre Gefährlichkeit gegenüber dem Gesamtorganismus von der Mundhöhle als Eintrittspforte aus entschieden hinter der der Pneumo- und Streptokokken zurücksteht; an den lokalen Prozessen der Mundweichteile, namentlich an denen eitriger Natur, sind sie jedoch in ganz hervorragendem Maß im allgemeinen beteiligt. Die relativ unschädlichsten Arten sind die Luft- und Hautkeime (s. o.), welche man schon an ihrer bedeutenderen mikroskopischen Größe von den drei oben genannten unterscheiden kann. In die Mundhöhle dringen die virulenteren Staphylokokken in größerer Menge oft von Tonsillarabszessen, Parotiseiterungen (insbesondere aureus), katarrhalischen Erkrankungen der Luft- und Tränenwege u. dgl. ein. Unter den metastatisch, z. B. nach primärer Tonsillarerkrankung, von ihnen hervorgerufenen Prozessen steht in erster Linie die Osteomyelitis, die, soweit es sich um die Alveolarfortsätze der Kieferknochen und diese selbst handelt, aber auch im Wege der unmittelbaren Fortleitung zustande kommen kann.

Bezüglich der Übertragbarkeit und Infektionsgefährlichkeit gehören die Staphylokokken zu jenen Keimen, bei denen es diesbezüglich sehr auf Art und Lokalisation des durch sie hervorgerufenen Prozesses ankommt, und bei denen auch besonders auf die Virulenzsteigerung zu achten ist, welche sie schon durch wenige Körperpassagen erfahren. Allerdings kommt ihnen, wenngleich sie von unscheinbaren Verletzungen aus selbst tödliche Allgemeininfektionen erregen können, doch bei nur einigermaßen genauer geübter Vorsicht kaum je ein epidemiologischer Charakter zu.

Außer den drei oben genannten Staphylokokkenarten wurden von einigen Autoren noch einzelne andere beschrieben, wie Staph. magnus und medius von Black, St. pyog. flavus bei aphthösen Munderkrankungen von Fränkel und St. salivarius septicus von Biondi, die aber bei ihrer Seltenheit eine nur untergeordnete Rolle spielen, so daß von einem weiteren Eingehen auf dieselben wohl Umgang genommen werden kann. Ein gleiches gilt auch von den Arten Diplococcus citreus liquefaciens (Freund), Dipl. Hauseri (Rosenthal) und dem Coccus salivarius septicus (Biondi). Schließlich kommen in der Mundhöhle nicht so selten Verbände von kokkenartigen Bakterien vor, die zumeist gramnegativ sind, die aber keine wesentlich pathogene Bedeutung zu besitzen scheinen und hauptsächlich als aus der Luft stammende Keime anzusehen sind. So beschrieb Miller einen Ascococcus buccalis als »ein in unregelmäßigen Kokken respektive Diplokokken einzeln oder in Ketten vorkommendes Bakterium«, dessen Kulturen sich durch ihr besonders hartes, glasperlenartiges Aussehen auszeichnen, sowie ferner einen gleichfalls unregelmäßig geformten, nicht näher benannten Kokkus. Mehr Interesse beanspruchen jene Keime, welche als

Sarcinearten

durch ihr nach den drei Richtungen des Raumes erfolgendes Wachstum mit Bildung paketähnlicher Kokkenverbände gekennzeichnet sind. Sie zeigen alle mehr minder deutliche Färbung ihrer Kulturen. Als im Mund vorkommende Arten werden von Freund, Rosenthal, Goadby u. a. genannt: Sarcina flava, lutea, aurantiaca, viridis flavescens und alba (siehe auch Micrococcus tetragenus). In gut gepflegten Mundhöhlen sind sie im allgemeinen seltener als in vernachlässigten. Ferner finden sie sich im Mundsputum besonders dann, wenn dessen Flora aus einem pathologischen Grund eine bemerkenswertere Bereicherung erfahren hat, sei es, daß ein hohler Zahn die Gelegenheit zu üppiger Bakterienwucherung bietet, sei es, daß aus bronchiektatischen Kavernen oder aus dem Magen, den beiden Hauptpflanzstätten der verschiedensten Sarzinegattungen, ein ständiger Nachschub immer neuer derartiger Keime in die Mundhöhle stattfinden kann. Es kommt ihnen somit für die Mundhöhle hauptsächlich eine symptomatische Bedeutung zu.

Die Züchtung der Sarzinen gelingt ohne Schwierigkeiten; ihre Erkennung ist gesichert, sobald sie die oben erwähnte Anordnung der Einzelkokken zu Paketen oder förmlich zusammengeschnürten Warenballen erkennen lassen. Auch fallen ihre Elemente durch die bedeutende Größe auf.

Bazillenarten.

Ist schon die Kokkenflora der Mundhöhle eine große und mannigfaltige, gilt dies in noch viel höherem Grad von der der Bazillen daselbst.

Diese gewinnt noch durch den Umstand erhöhte Bedeutung, daß sie eine Reihe von Keimen, zuweilen auch Verbänden verschiedener Keime beherbergt, welche gerade die Mundhöhle oder ihre nächste Umgebung als primären Angriffspunkt für ihre pathogene Wirkung zu benutzen pflegen. Wir wollen auch hier wieder die Besprechung mit jenen beginnen, welche nach Miller als ständige Bewohner so ziemlich jeder Mundhöhle zu betrachten sind.

Bacillus maximus buccalis.

Dieser ist vor allem dadurch charakterisiert, daß er die beim Jodokokkus beschriebene Jodreaktion gibt. Er erscheint nach Miller »in Form vereinzelter Bazillen oder Fäden, viel häufiger aber als Büschel von parallel laufenden oder sich kreuzenden, 30—150 μ langen, deutlich gegliederten Fäden. Die Stäbchen sind 2—10 μ lang, mitunter noch länger, und 1 bis 1·3 μ breit. Dieses ist somit das größte im Mund vorkommende Bakterium«. Ein Eindringen in die Zahnbeinkanälchen hält Miller wegen der Größe des Bakteriums nicht für wahrscheinlich. Mit dem Jodokokkus teilt der Bacillus max. bucc. die Eigenschaft, daß es bisnun noch nicht gelungen ist, ihn künstlich zu züchten.

Bacterium jogenum.

Dieses Bakterium ist von Baumgartner beschrieben, offenbar mit dem Jodococcus vaginalis identisch, 5—25 μ lang, 0·8—1·7 μ breit, enthält mit Jodreaktion sich stark färbende »Jogen«granula, welche eben dem Jodokokkus entsprechen dürften. Er ist im übrigen grampositiv und bildet keine Sporen. Er ist aerob und anaerob züchtbar.

Einer der häufigeren saprophytischen Luftkeime bazillärer Form in der Mundhöhle ist ferner naturgemäß der Kartoffelbazillus in seinen verschiedenen Spielarten, als

Bacillus mesentericus,

von dem z. B. ruber, vulgatus und fuscus von Goadby namentlich angeführt werden. Es sind dies sporenbildende, zum Teil bewegliche Bazillen, die bei Züchtungsversuchen insofern eine unerwünschte Beigabe bedeuten, als sie durch ihre außerordentliche Wachstumsfähigkeit in kurzer Zeit den ganzen Nährboden und damit auch alle anderen Keime überwuchern, beziehungsweise deren Wachstum überhaupt unmöglich machen. Einzelne von ihnen sind, wie schon ihr Name andeutet, Farbstoffbildner. Seiner Bedeutung nach gehört hierher auch der Heubazillus.

Bacillus subtilis,

welcher jedoch insofern von Interesse ist, als er bei seiner bekannten Ähnlichkeit mit dem Milzbrandbazillus — er ist gleichfalls ein gramposi-

tiver Sporenbildner wie dieser und von ähnlicher Wuchsform in der Kultur — nicht mit diesem verwechselt werden darf, was übrigens leicht zu vermeiden ist, wenn man seine abgerundeten Enden, seine Beweglichkeit und seine Unschädlichkeit gegenüber Meerschweinchen beachtet.

Eine weitere Bazillengruppe wird von verschiedenen Farbstoffbildnern beigestellt, wie Bacillus luteus, nach Dobrzyniecki grampositiv, ferner, von Freund beschrieben, B. fluorescens liquefaciens, B. fuscus, griseoflavus und viscosus ochraceus sowie noch eine größere Zahl anderer nicht näher bestimmter Bakterien, wie B. fuscans (Miller), unter denen auch pathogene vorzukommen scheinen, wenn eine diesbezügiche Beobachtung Millers weitere Bestätigung erfährt.

Besondere Untersuchungen wurden von verschiedenen Seiten jenen Bazillen gewidmet, welche sich bei entzündlichen Prozessen im Bereich der Zahnalveolen und -pulpa vorfinden, sowie jenen, welche etwa für die Zahnkaries direkt verantwortlich gemacht werden könnten. Wenn auch die Ausbeute dabei keine geringe war, muß man doch sagen, daß sie keine spezifischen Befunde zeitigte. Insbesondere haben sich mit diesen Fragen befaßt: Jung, Galippe, Vignal, Miller, Goadby, Cook, Kreibohm, Biondi u. a. m. Allen diesen Befunden haftet vor allem der eine wichtige Übelstand an, daß sie mehr kasuistischer Natur sind und daher schon keinen Rückschluß auf ihre etwaige allgemeinere Gültigkeit gestatten. Ferner ist bezüglich der Bakterienflora jener Prozesse an den Zähnen und Mundweichteilen, bei welchen es zu einem nekrotischen Gewebszerfall kommt, wohl der Hinweis auf die Analogie mit ähnlichen Prozessen an anderen Körperstellen gestattet, bei welchen man dann auch eine sehr wechselnde und oft an verschiedenen Keimarten reiche Flora antrifft, ohne daß man imstande wäre, einen genauen ursächlichen Zusammenhang, namentlich in der Richtung der pathogenen Bedeutung der einzelnen Arten, festzustellen. Ein kurzer orientierender Überblick über die wichtigeren, bisher bekannten einschlägigen Arten dürfte immerhin hier am Platz sein.

So beschrieb Biondi neben den schon oben erwähnten Kokkenarten auf Grund seiner Tier-Impfungs- und -Kulturversuche mit menschlichem Speichel auch noch einen Bacillus salivarius septicus, der aus kurzen elliptischen Stäbchen bestehe, die zugespitzte Enden und einen relativ dicken Körper besitzen und am besten auf phosphorsauren Nährböden gedeihen. Ferner beschreibt Miller einen Bacillus buccalis septicus, welcher sich in sechs Fällen aus 111 durch Tierversuche und Reinkultur darstellen ließ und einmal sich im Eiter einer durch ein unsauberes zahnärztliches Instrument bedingten Verletzung fand. Dieser Bazillus ist an den Enden etwas zugespitzt und wächst mitunter zu langen Fäden aus. Er zeigt drehende Bewegung um eine Achse senkrecht zu seiner Länge. In Kultur

wächst er auf verschiedenen Nährböden gut und schnell, wobei er bald seine Virulenz verliert, die er Kaninchen, Mäusen und Meerschweinchen gegenüber besitzt.

Derselbe Autor fand bei der Prüfung des Speichels auf pathogene Bakterien mittels Verimpfung desselben auf weiße Mäuse noch einige andere Bazillen, die zum Teil überhaupt nicht bestimmt werden konnten, zum Teil Kapsel tragende Formen waren, auf welche noch weiter unten zurückgekommen werden soll. Insbesondere als pathogene Pulpabakterien wurden ganze Gruppen beschrieben, die vorwiegend aus Bazillen bestanden, an denen auch einzelne der schon oben angeführten Kokkenarten mitbeteiligt waren. So fand Miller in einem Fall einer eiternden Zahnpulpa zugleich mit dem Micrococcus gingivae pyogenes einen Bazillus, welchen er Bacterium gingivae pyogenes nannte und welcher von dicker kurzer Form ist und in Plattenkulturen sehr schnell wächst, wobei Gelatine sehr schnell verflüssigt wird. Weißen Mäusen gegenüber ist dieses Bakterium pathogen, desgleichen Kaninchen und Meerschweinchen gegenüber. Von demselben Autor sind dann noch, zum Teil ebenfalls als Einzelbefunde, bei eitrigen und gangränösen Pulpaerkrankungen verschiedene andere Bazillen beschrieben worden, wie der Bacillus pulpae pyogenes und der B. dentalis viridans.

Von Arkövy und anderen wird dem Bacillus gangraenae pulpae eine Hauptrolle bei der Erregung dieser Prozesse zugesprochen. Dieser Bazillus gilt als nach Gram färbbar und pleomorph. Gelatine und Serum werden unter Gestankentwicklung verflüssigt und braungrünlich verfärbt. Er besitzt mittelständige Sporen, die er hauptsächlich in Kulturen auf Serum entwickelt, und ist für Kaninchen und Mäuse pathogen. Hierzu ist aber zu bemerken, daß Sieberth diesen Bazillus bei Pulpitis nie gefunden hat; es ist also auch dessen Rolle noch nicht als geklärt zu betrachten.

Schließlich könnten hier noch einige Bakterien Erwähnung finden, welche Cook nebst mehreren schon oben angeführten Arten bei Gangraena pulpae totalis aufzählt, wie den mit dem B. coli identischen B. pyogenes foetidus, ferner B. sputigenus tenuis, B. ulna (Vignal) usf.

Die gleichen Einschränkungen, welche bezüglich der Bakterien bei Pulpitis gemacht wurden, haben auch für jene Geltung, welche bei Untersuchungen über die an der Zahnkaries beteiligten Mikroorganismen von mehreren Seiten beschrieben wurden. Es werden hier unter anderen genannt: Bacillus necrodentalis (Goadby), ferner von Miller nach Untersuchungen von Vignal und Galippe neben einem großen Kokkus fünf verschiedene Bazillen, von denen vier einen regelmäßigen Befund des kariösen Zahnbeins darstellen sollen, die alle züchtbar sind und an denen als auffällige und möglicherweise für die Pathogenese des Prozesses wich-

tige Erscheinung (siehe später) hervorgehoben werden muß, daß sie eine deutliche Säuerung des Nährbodens verursachen (namentlich Milchsäure), oder daß sie eine verdauende Wirkung auf Eiweiß und Fibrin äußern. Gleiche Untersuchungen hat unter Millers Leitung Jung ausgeführt und dabei zehn Bakterien isoliert, bezeichnet mit a—k, darunter drei kokkenartige; auch in dieser Bakteriengruppe zeigte sich Säurebildung in Kulturen, die zum Teil recht reichlich ausfiel. Einzelne Arten fanden sich unter diesen mehr, andere weniger konstant; die Kulturen sind jedoch nach der Beschreibung nicht so eindeutig charakteristisch, daß eine genaue Identifizierung in jedem Fall mit Sicherheit möglich wäre. Ferner wurden von Baumgartner in Beziehung zu Karies, Pulpitis usw. gebracht: Bact. phlegmones emphysematosae, Bact. putrificus, Bact. hastile.

Neben den vorher aufgezählten Bakterienarten finden sich in der Mundhöhle, zum Teil im Zusammenhang mit krankhaften Prozessen daselbst, zum Teil auch ohne solche, Bazillen, welche auch an verschiedenen anderen Körperstellen, zwar selten allein, desto öfter aber in Gemeinschaft mit anderen, namentlich mit Eitererregern, pathogene Wirkungen äußern können, die aber kein besonders spezifisches Krankheitsbild bedingen. Da muß zunächst des

Bacillus pyocyaneus

Erwähnung getan werden. Derselbe ist durch zwei Erscheinungen charakterisiert, welche ihm nicht nur in der Kultur, sondern auch bei seiner Ansiedlung im Organismus zukommen; die eine ist die Bildung eines blaugrünen Farbstoffes, die andere die Entwicklung eines eigentümlich ammoniakalisch-esterartigen Geruches. Beide Erscheinungen sind nicht an allen Stämmen gleich stark ausgesprochen; wenn sie aber stärker auftreten, wie dies nicht selten der Fall ist, ermöglichen sie schon auf Entfernung die Diagnose auf Vorhandensein dieses Bazillus, indem beispielsweise ein ihn enthaltender Eiter sowohl die gelbgrünliche Farbe als auch den Geruch annimmt. Der Bazillus ist gramnegativ, ziemlich klein und gedeiht leicht auf verschiedenen Nährböden. Diese nehmen neben der Farbe auch eine fluoreszenzartige Erscheinung an. Ferner ist er beweglich und geißeltragend.

Bacillus proteus.

Dieser kommt am häufigsten als Proteus vulgaris, aber auch in anderen Arten vor und ist einer der häufigsten Fäulniserreger. Er ist lebhaft beweglich, begeißelt, klein und färbt sich nicht nach Gram. Er gedeiht auf verschiedenen Nährböden sehr üppig, wobei Gelatine rasch verflüssigt und Agar schleierartig überwachsen wird.

Über einige andere Bazillen können wir mit der bloßen Nennung ihres Namens hinweggehen, so z. B. Bacillus saprogenes, bronchitidis putridae, pneumosepticus, einige von Galippe beschriebene, ganz unklare, sogenannte η- und β-Bakterien; ferner Bacillus prodigiosus, welcher durch sein blutrotes Aussehen auf amylumhaltigen Nährböden gekennzeichnet ist, Tieren gegenüber zwar zu pathogener Wirkung gebracht werden kann, für den Menschen aber nur die Rolle eines unschädlichen Luftkeimes hat; ferner anaerobe Arten, wie Bacillus und butyricus, die nach Rodella für die Auflösung des Zahnbeins bei der Karies von Belang sein sollen, gleichwie eine Art von Bazillen, die jedoch insbesondere mit Rücksicht auf ihre auch für die Mundhöhle pathogene Bedeutung wieder näher besprochen werden sollen, nämlich die spindelförmigen Bazillen.

Bacillus fusiformis.

Diese zeichnen sich durch eine besondere Eigentümlichkeit aus, die darin besteht, daß sie so gut wie immer mit einem zweiten Mikroorganismus in einer Art Symbiose vereinigt vorkommen, nämlich mit einer Spirochäte, über die weiter unten gesondert berichtet werden wird. Es wurde sogar von einigen Seiten schon der Versuch gemacht, beide Mikroben als verschiedene Formen eines und desselben Bazillus aufzufassen, ein Versuch, welcher in dem Augenblick als endgültig gescheitert angesehen werden mußte, als es gelungen war, beide durch künstliche Kultur zu differenzieren.

Die Gruppe der spindelförmigen Bazillen umfaßt mehrere Arten, welchen allen gemeinsam ist, daß es sich um gerade oder nur leicht sichelförmig gekrümmte, verhältnismäßig lange und dabei dünne Stäbchen handelt, welche an den Enden zugespitzt sind. Mehrere Exemplare können sich zu längeren Fäden aneinandergliedern, welche, wenn jene gekrümmt sind, eine in leichtem Grad S-förmige Gestalt darbieten. Nach ihrer Färbbarkeit verhalten sich die einzelnen Arten der spindelförmigen Bazillen insofern verschieden, als es neben den anscheinend die Mehrheit bildenden gramnegativen auch grampositive gibt. Die in der Mundhöhle vorkommenden gehören zumeist den ersteren an. Die Färbung ist öfter diskontinuierlich. Die Züchtung der Fusiformisarten ist nach anfänglichen vergeblichen Versuchen verschiedener Forscher gegenwärtig bereits mehrfach gelungen — vergleiche den bezüglichen Artikel von Babes in Kolle-Wassermann, 1. Aufl. —, wobei sich ergab, daß sie teils Anaerobier, teils auch Aerobier sind, daß zu ihrem Fortkommen die Vorbereitung des Nährbodens durch vorher darauf ausgesäte andere Bakterien, wie z. B. Streptokokken, von wesentlichem Vorteil sein kann. Die Kulturen haben oft einen fötiden Geruch. Die Beweglichkeit der Bazillen wechselt sowohl im Organprodukt

wie in der Kultur innerhalb weiter Grade. Sie verdanken die Beweglichkeit, wie Plaut nachgewiesen hat, dem Umstand, daß sie Geißeln tragen.

Was nun die Pathogenität der spindelförmigen Bazillen anlangt, läßt sich einerseits sagen, daß deren einige an gewissen und zum Teil sehr schweren Weichteilerkrankungen der Mundhöhle augenscheinlich beteiligt sind, so insbesondere an einzelnen Anginaformen, ferner ulzerösen Stomatitiden, gangränösen Diphtherien usw.; anderseits findet man sie mit großer Regelmäßigkeit im Zahnbelag, namentlich bei schlechter Mundpflege, auch ohne ausgesprochene Karies, ganz besonders aber bei solchen in der nächsten Nähe der befallenen Zähne, ohne daß es aber möglich wäre, ihnen eine direkte Schuld an dem Zustandekommen dieses Prozesses zuzumessen. Da jedoch auch durch den Tierversuch für sie eine deutliche Pathogenität nachgewiesen werden konnte, werden wir ihrer Anwesenheit in der Mundhöhle wohl eine ähnliche Auffassung entgegenbringen dürfen wie den pathogenen Kokken; sie können eben lange Zeit oder auch dauernd daselbst als Saprophyten gedeihen, ohne irgendeinen Schaden zu stiften, werden jedoch pathogen, sobald geeignete Bedingungen, wie etwa herabgesetzte Widerstandsfähigkeit des Organismus, Mischinfektion u. dgl., sie diesbezüglich begünstigen.

Als ein förmlich spezifischer Befund können sie bei der sogenannten Angina Vincenti gelten. Auf den Prioritätsstreit, welchen Vincent in dieser Frage mit Plaut ausfechten mußte, wollen wir hier nicht eingehen; bemerkt sei nur, daß sich dieser Autor mit Recht gegen den Versuch ablehnend verhält, die von ihm zuerst genauer beschriebene Fusiformisart mit dem Millerschen Spirillum sputigenum zu identifizieren. Eine aufmerksamere Betrachtung gefärbter Präparate läßt ohne besondere Schwierigkeiten beiderlei Mikrobenarten voneinander unterscheiden.

Wir können uns jetzt jenen Bazillen zuwenden, welche zwar in der Mundhöhle mehr minder häufig angetroffen werden, welche aber die durch sie bedingten pathologischen Prozesse zumeist an anderen Körperstellen hervorrufen und mithin einer sozusagen gleichwertigen, schon oben beschriebenen Gruppe pathogener Keime an die Seite gestellt werden können. Mit Rücksicht auf seine pathogenen Wirhungen und auf seine Häufigkeit in der Mundhöhle steht hier an erster Stelle der

Bacillus pneumoniae

in Gemeinschaft mit den anderen ihm nahestehenden Kapselbazillen oder, wie sie auch sonst häufig nach ihrem Entdecker genannt werden: Friedländerschen Bazillen. Die Zahl der in diese Gruppe gehörigen Arten ist keine genau feststehende, die Form und Größe der betreffenden Bazillen selbst keine gleiche; allen gemeinschaftlich sind aber doch gewisse Merk-

male, welche ihre Zusammenfassung in eine Gruppe rechtfertigen. Es handelt sich zumeist um ziemlich plumpe, nicht bewegliche und nach Gram nicht färbbare Bazillen, welche sowohl im Organismus als auch in der Kultur eine mehr minder deutliche Schleimkapsel um jeden einzelnen Bazillus aufweisen, keine Sporen bilden und Gelatine nicht verflüssigen. Zu diesen wichtigsten ihrer gemeinschaftlichen Merkmale gehört auch, daß sie ein sehr kräftiges Wachstumsvermögen in Kulturen äußern, wobei ein Teil von ihnen deutlich den Nährboden säuert und aus Traubenzucker Gas bildet. Bezüglich der Färbung nach Gram sei noch im besondern angemerkt, daß zwar bei einzelnen ihrer Arten die Angaben auseinander gehen, daß es aber unschwer bei vielen gelingt, sie durch vorsichtige Unterdifferenzierung grampositiv mit Kapselfärbung in der Kontrastfarbe darzustellen, während sie nach vollständig durchgeführter Differenzierung regelmäßig gramnegativ erscheinen.

In der Mundhöhle finden sich mehrere verschiedene Arten von Kapselbazillen, unter diesen natürlich auch der eigentliche Bacillus pneumoniae, kurz Pneumobazillus genannt, von denen aber einige unter besonderen Namen geführt werden. So beschreibt Miller einen »Bacillus muciferens« und einen »Bazillus der Sputumseptikämie« neben dem Pneumobazillus. Aus der Beschreibung sowohl wie aus den beigegebenen Abbildungen geht hervor, daß es sich um Bazillen der gleichen Gruppe handelt, und der Autor gibt auch selbst an, daß der »Bacillus crassus sputigenus« (von Kreibohm zuerst beschrieben), der Bazillus der Sputumseptikämie und der Pneumobazillus wohl des öftern miteinander verwechselt worden seien.

Was die spezielle Morphologie des Pneumobazillus anlangt, ist derselbe einer der kleinsten Vertreter seiner Gruppe, und wenngleich er immer noch merklich größer ist als der Pneumokokkus, ist doch an nicht eindeutig gefärbten Präparaten gelegentlich eine Verwechslung mit demselben nur bei größerer Vorsicht zu vermeiden. In der Kultur zeigt er neben den schon erwähnten Eigenschaften der Friedländerschen Bazillen überhaupt besonders schön eine vielen derselben zukommende Eigenart, nämlich das sogenannte Nagelkopfwachstum in Stichkulturen. Nebenher sei erwähnt, daß der Erreger des Skleroms, der ihm mitunter zum Verwechseln ähnlich sieht und ja auch von manchen mit ihm identifiziert wird, sich gleichfalls unter günstigen Bedingungen in der Mundhöhle finden kann, so neben bestehendem Larynxsklerom.

Die anderen drei im vorstehenden genannten Bazillenarten aus dieser Gruppe unterscheiden sich vom Pneumobazillus hauptsächlich durch ihre plumpere Form und durch ihr noch viel üppigeres Wachstum in Kulturen.

Alle genannten Arten sind in ziemlich hohem Grad pathogen für weiße Mäuse und Meerschweinchen, zum Teil auch für Kaninchen. Beim

Menschen steht die pathogene Bedeutung für die oberen Luftwege im Vordergrund der durch die Friedländerschen Bazillen hervorgerufenen Erscheinungen im Organismus; daneben kommen aber auch verschiedene andersartige Lokalisationen gelegentlich zur Beobachtung, wie Exsudatbildung in serösen Höhlen und sogar Meningitis u. dgl. m. In der Mundhöhle selbst jedoch verhalten sie sich im allgemeinen unschädlich, wenngleich sie immerhin eine gewisse Infektiosität nach außen hin erkennen lassen; bei Pyorrhoea alveolaris können sie auch Allgemeininfektionen verursachen (Breuer).

Diphtheriebazillus.

Mit Rücksicht auf seine epidemiologische Bedeutung einer der wichtigsten gelegentlichen pathogenen Bewohner der Mund- und Rachenhöhle ist er der Erreger der echten Diphtherie. Er gehört nämlich zu jenen Bakterien, welche in der Art, wie es schon oben für die Meningokokken ausgeführt wurde, sogenannte Bakterienträger verursachen können, welche, ohne selbst krank zu sein, dadurch, daß sie virulente Bazillen im Munde beherbergen, zu einer ständigen und sogar sehr ernsten Ansteckungsgefahr für ihre etwa empfängliche Umgebung werden. Es sind bereits hinlänglich Fälle bekannt geworden, in welchen Kinder- oder Krankenwärterinnen, die entweder selbst eine Diphtherie einmal durchgemacht hatten oder überhaupt nie die ausgesprochenen klinischen Symptome einer solchen geboten hatten, unter den Kindern ihrer Umgebung sogar tödlich verlaufene Infektionen verursacht hatten, deren Ursache unbekannt blieb, bis, oft durch einen Zufall, dieser Ausgangspunkt der Infektionen in Form einer bisweilen fast eine Reinkultur darstellenden Diphtheriebazillenflora in ihrer Mundhöhle oder deren unmittelbar angrenzenden Teilen nachgewiesen wurde.

Morphologisch sind die Diphtheriebazillen gekennzeichnet als grampositive Bazillen mit abgerundeten Enden; sie liegen häufig paarweise parallel nebeneinander, in anderen Gruppierungen sich spitzwinklig an den Enden treffend und bilden außerdem förmlich dichotome oder hirschgeweihähnliche Verzweigungsbilder. Ihre Form wechselt auch insofern, als in älteren Krankheitsprodukten und Kulturen ziemlich regelmäßig Keulenformen auftreten, die als Degenerationserscheinungen anzusehen sind; auch leicht gekrümmte Exemplare trifft man häufig an. Kulturell gedeiht der Diphtheriebazillus auf verschiedenen Nährböden, am besten auf Löfflerscher Blutserumbouillon und ferner, namentlich nach wiederholter Übertragung, in Bouillon, worin er einen feinkrümligen, leicht zu Boden fallenden Wandbelag nebst allgemeiner Trübung und verschieden stark ausgesprochener Häutchenbildung an der Oberfläche erzeugt. Er ist ferner dadurch ausgezeichnet, daß er einen Teil seiner Virulenz auch bei länger fortgesetzter Züchtung nicht mehr merklich einbüßt. Im übrigen ist er unbeweglich und

kein Sporenbildner. Wohl aber zeigt er bei geeigneter Färbung die bekannte Erscheinung der Polkörperchenbildung, und zwar nur in Kulturen aus der Mitte des ersten Züchtungstages, eine Erscheinung, welche einige Zeit als sein ausschließliches und daher zur differentiellen Unterscheidung allein maßgebliches Merkmal gegolten hat, der aber gegenwärtig nicht mehr eine so durchgreifende Bedeutung zugemessen wird. Als empfindlichstes Versuchstier gilt das Meerschweinchen, besonders für das Diphtherietoxin.

Die Wirkung des Diphtheriebazillus im Organismus ist neben der lokalen, vorwiegend mit fibrinöser Exsudatbildung einhergehenden Entzündung insbesondere eine toxische. Für den Menschen kommt als seine primäre Ansiedlungsstätte der Nasen-Rachenraum in erster Linie in Betracht, von wo aus die durch ihn bedingte Erkrankung in die tieferen Luftwege absteigen kann. Er kann aber auch im Rachensekret, wie erwähnt, gedeihen, ohne für seinen Träger weiterhin eine pathogene Bedeutung zu äußern, sei es, daß derselbe nur vorübergehend, sei es, daß er überhaupt nie an Diphtherie erkrankt. Diese Erscheinung legt nun die Frage nahe, ob denn auch alle im Mund- oder Rachensekret gefundenen diphtherieähnlichen Bazillen wirklich derselbe Keim, beziehungsweise ob sie auch immer virulent seien. Nun gibt es tatsächlich sowohl sehr verschiedene Virulenzgrade beim echten Diphtheriebazillus als auch ihm sehr ähnlich sehende und mit ihm sehr nahe verwandte, jedoch nicht identische Mikroorganismen, nämlich die sogenannten

Pseudodiphtherie- und die **Xerosebazillen,**

letztere insbesondere von der gleichnamigen Konjunktivalerkrankung her näher gekannt, bei welcher sie regelmäßig gefunden werden. Das Hauptunterscheidungsmerkmal dieser Arten gegenüber dem echten Diphtheriebazillus liegt in ihrem Verhalten zum Tierkörper, indem sie sich hierbei entweder vollständig wirkungslos erweisen oder nur vorübergehende Erscheinungen leichteren Grades hervorrufen. Ferner bildet die Unterscheidung durch Agglutination (Schwoner) ein wichtiges Hilfsmittel zur Erkennung; da sie aber in der Mundhöhle gar nicht so selten ebenfalls angetroffen werden, läßt sich die unter Umständen sehr wichtige Entscheidung, mit welcher Keimart man es im bestimmten Fall zu tun hat, mit Sicherheit nur durch diese beiden Merkmale entscheiden.

Bacterium coli commune.

Diese Mikrobe oder richtiger diese Mikrobengruppe findet sich in der normalen Mundhöhle gleichfalls sehr häufig vertreten. Gilbert und Choquet geben 45% der von ihnen untersuchten Fälle an, wobei sie diese Bazillen am häufigsten in der Nähe der Tonsillen fanden.

Es handelt sich hier ähnlich wie beim Pneumobazillus um eine Reihe von einander äußerst nahestehenden Arten, deren gemeinsame charakteristische Merkmale vor allem darin bestehen, daß es kurze, Geißeln tragende und eigenbewegliche, gramnegative Stäbchen sind, die auf verschiedenen Nährböden leicht wachsen, auf Gelatine, die sie nicht verflüssigen, als ein weißlichgraues irisierendes Häutchen gedeihen, zuckerhaltige Nährboden säuern und vergären usw.

Bekanntlich stellt das Bacterium coli einen konstanten Darmparasiten dar, welcher nur unter ganz besonderen Bedingungen pathogene Wirkungen im Organismus äußern kann. Womöglich noch harmloser ist seine Anwesenheit in der Mundhöhle, wo man den Bazillus sowohl unter normalen wie pathologischen Verhältnissen antrifft, ohne daß bis jetzt seine direkte Beteiligung an der Hervorrufung letzterer nachgewiesen worden wäre. Als ständiger Begleiter kann er bei allen jenen pathologischen Prozessen in der Mundhöhle und deren Nachbarschaft gelten, bei welchen es zur Ausbildung einer polymorphen Bakterienflora kommt. Er ist an der Entstehung des fötiden Geruches bei gewissen Eiterungen ursächlich beteiligt.

Tuberkelbazillus.

Dieser Bazillus, der zu den für die menschliche Pathologie gegenwärtig noch immer weitaus wichtigsten Mikroben gehört, findet sich in der Mundhöhle aus verschiedenen Anlässen vor. Es wird nicht weiter wundernehmen, wenn man ihn daselbst im Gefolge einer durch ihn im Bereich der Luftwege bedingten Erkrankung findet; er kommt aber auch, je nachdem die äußeren Umstände dies mehr oder weniger begünstigen, darin als aus der Nahrung und aus der Luft stammender Keim vor, ohne gerade im betreffenden Fall eine pathogene Bedeutung besitzen zu müssen.

Eines der hervorstechendsten Merkmale des Tuberkelbazillus, das auch in differentialdiagnostischer Hinsicht von großer Wichtigkeit ist, besteht darin, daß er, mit bestimmten Farben intensiv gefärbt, den Farbstoff auch gegenüber energischer Nachbehandlung mittels mineralischer Säuren zähe festhält. Die Eigenschaft dieser »Säurefestigkeit« teilt er zwar, wie man weiß, mit einer Anzahl anderer zum Teil sehr nahe verwandter Bazillen; sie unterscheidet ihn aber grundsätzlich von allen übrigen pathogenen Keimen. Im allgemeinen wird die Färbung so vorgenommen, daß man am besten mit konzentriertem Karbolfuchsin unter gründlichem und auch mehrfachem Erwärmen färbt, hierauf kurz mit 3%iger Salzsäure oder 33%iger Salpeter- oder am besten 25%iger Schwefelsäure mit nachfolgender, ebenfalls kurzer Abspülung in 70%igem Alkohol entfärbt und nun die etwa noch übrigen Keime und Zellen mit Methylenblau nicht zu kräftig gegenfärbt.

Die Tuberkelbazillen erscheinen dann allein rot gefärbt. Da sie auch grampositiv sind — es ist etwas intensivere Färbung als gewöhnlich nötig —, erscheinen sie bei Anwendung dieser Methode schwarzblau und die gegengefärbten Elemente rot. Unter Umständen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann, ist die Färbung der Bazillenleiber eine diskontinuierliche, so daß sie wie aus einzelnen Körnchen zusammengesetzt erscheinen. Ebenso kann auch auf die nach Much darstellbare granuläre Form des Tuberkelbazillus hier nicht näher eingegangen werden.

Ihrer Form nach sind die Tuberkelbazillen schlanke Stäbchen, etwa von der halben Länge eines roten Blutkörperchens, häufig mit leichten Biegungen, teils einzeln, teils paarweise parallel oder einander überkreuzend gelagert, zum Teil, wenn in größerer Menge vorhanden, auch zopfartig gewundene und verflochtene Gruppen bildend. Sie sind unbeweglich und bilden keine Sporen. Ihre Züchtung ist etwas schwieriger; sie gedeihen nur langsam, makroskopisch erst gegen das Ende der zweiten Woche, am besten auf Glyzerin enthaltenden Nährböden sowie auf einigen Spezialnährböden (Eier u. dgl.). Als geeignetstes Verfahren zu ihrer Isolierung empfiehlt sich die Verimpfung bezüglichen Materials auf Meerschweinchen mit nachfolgender Züchtung aus den spezifischen Krankheitsprodukten. Ihre Kulturen sind durch blumenkohlartige harte und brüchige Bröckel gekennzeichnet.

Durch die Tuberkelbazillen selbst verursachte Erkrankungen der Mundhöhle sind im allgemeinen selten; sie benutzen dieselbe in der Regel nur als vorübergehenden Aufenthaltsort, sei es, daß sie auf dem Wege von außen nach innen, sei es, daß sie auf dem umgekehrten Wege begriffen sind; der letztere ist bei weitem der häufigere. Damit hängt auch zusammen, daß ihr Erscheinen im Mundsekret wegen der Verstäubung desselben nach außen, die schon beim Sprechen, mehr noch beim Husten stattfindet, eine um so größere Infektionsgefahr bedeutet, als sie gegen Vertrocknung außerordentlich widerstandsfähig sind, ohne dadurch ihre Lebensfähigkeit oder Übertragungsmöglichkeit beziehungsweise Virulenz einzubüßen. Bei der Leichtigkeit, mit der sie in den Organismus einzudringen vermögen, bedeutet aber auch ihre von außen etwa erfolgte Einschleppung in die Mundhöhle eine ständige Gefahr für ihre Träger.

Was die Frage der Möglichkeit einer Infektion des Organismus mit Tuberkulose durch primäres Eindringen dieser Bazillen von einem kariösen Zahn aus anlangt, läßt sich gegenwärtig noch kein abschließendes Urteil fällen, da alle diesbezüglichen, im Sinn einer solchen Möglichkeit gedeuteten Fälle einer strengen Kritik noch immer zu Bedenken und gerechtfertigten Einwänden gegen ihre Beweiskräftigkeit Anlaß bieten, so z. B. der von Jaruntowski und der selbst von Partsch beschriebene, wenngleich die

theoretische Möglichkeit eines solchen Vorkommnisses nicht in Abrede zu stellen ist. Zilz behauptet sogar, daß in kariösen Zähnen der Tuberkelbazillus zugrunde ginge, besonders durch die Milchsäureeinwirkung. Ferner sollen die Wurzelgranulome eine Schutzvorrichtung bilden, in welchen sich Muchsche Formen finden ließen.

Es sei hier noch im besondern darauf hingewiesen, daß auch andere »säurefeste Bazillen« gelegentlich in der Mundhöhle angetroffen werden, wie Milch- und Buttersäurebazillen, Timotee u. dgl., welche (s. o.) jedoch nicht mit den eigentlichen Tuberkelbazillen verwechselt werden sollen, was im einzelnen Fall durch Berücksichtigung der verschiedenen Merkmale sowie des etwaigen tierpathogenen Verhaltens zu erzielen sein wird.

Sonstige pathogene Bazillen.

Von den übrigen in der Mundhöhle gelegentlich noch vorkommenden pathogenen Bazillen beanspruchen die meisten nur untergeordnetes Interesse, mit Ausnahme etwa des Influenzabazillus, welcher mit Rücksicht auf die Übertragungsmöglichkeit einige Beachtung verdient. Er gelangt in die Mundhöhle wesentlich mit dem Bronchialsekret und ruft in dieser selbst keine pathologischen Veränderungen hervor. Er ist als gramnegatives Stäbchen durch seine außerordentliche Kleinheit charakterisiert sowie durch sein ausgesprochen hämophiles Verhalten beim Kulturverfahren, indem er zu seiner Züchtung bluthaltiger Nährböden bedarf. Hierher gehört auch ein ihm gleichender Erreger der Pertussis.

Ferner sind vereinzelte Fälle aus der Praxis bekannt, in denen der Tetanusbazillus, der Erreger des Starrkrampfes, von einer Zahnfüllung aus zur Wirksamkeit gelangt ist. Er ist als grampositiver, mit endständigen Sporen (knopfförmige Anschwellung) versehener Anaerobier bekannt, dessen Bouillonkulturen einen widerlichen Geruch verbreiten. Die Diagnose kann nur mit Hilfe des Tierversuches völlig sichergestellt werden.

Alle anderen pathogenen Bazillen, wie vor allem die Erreger des Typhus, des Milzbrandes, der Cholera, des Rotzes, der Beulenpest usw., können die Mundhöhle gleichfalls als Einbruchspforte in den Organismus benutzen und sogar auch daselbst spezifische pathologische Erscheinungen verursachen; namentlich zu Zeiten epidemischen Auftretens der betreffenden Prozesse wird ihnen die Möglichkeit zum Vorkommen an dieser Stelle in erhöhtem Maße geboten sein. Insbesondere beim Typhusbazillus kommt die Unterscheidung vom äußerlich ähnlichen Bacterium Coli in Frage, die ebenso wie die der unter gleichem Gesichtspunkt zu betrachtenden Paratyphus-A- und B-Bazillen sowie der verschiedenen Ruhrerreger nur durch Spezialnährboden und Agglutinationsverfahren möglich ist. Im allgemeinen kann aber von einer weiteren Besprechung aller dieser Bazillen

wohl um so eher Umgang genommen werden, als sie, sieht man noch von dem durch gelegentliche Typhuspneumonien bedingten Erscheinen größerer Mengen von Typhusbazillen im Mund ab, unter den praktisch gegebenen Verhältnissen kaum je das Augenmerk des Stomatologen zu erregen in die Lage kommen dürften.

An dieser Stelle muß nun ein zu den regelmäßigen Bewohnern der Mundhöhle gehöriges Bakterium eingeschaltet werden, welches Miller

Spirillum sputigenum

benannt hat und das in Form kommaähnlich gebogener Stäbchen erscheint, »welches die lebhaftesten bohrerähnlichen Bewegungen zeigt«. Es dürfte also den Vibrionen schlechtweg zuzuzählen sein. Die genauere Feststellung seiner Natur ist jedoch dadurch erschwert, daß auch bei ihm die Kulturversuche bisher vielfach mißglückt sind. Goadby will es aerob und fakultativ anaerob auf verschiedenen Nährböden gezüchtet haben. Mühlens ist die Züchtung nur anaerob in Pferdeserum gelungen (zugleich auch noch die eines anaeroben Vibrio und eines »anaeroben Geißelbazillus der Mundhöhle«). Miller fand es immer in Gemeinschaft mit verschiedenen anderen Bakterien und besonders reichlich dann, wenn das Zahnfleisch hyperämisch war, in welchem Fall es unter dem Rande des geröteten Zahnfleisches in größerer Menge zu finden war. Von der Richtigkeit dieser Angabe überzeugt man sich leicht; doch darf man keineswegs alle ähnlich geformten Bakterien, die auf diese Weise gefunden werden, ohne weiteres für dieses Spirillum ansehen, da sich deren verschiedene Arten in der Mundhöhle vorfinden, deren wichtigstes Unterscheidungsmerkmal durch leichtere Möglichkeit ihrer künstlichen Züchtung gegeben ist. So beschrieb Miller selbst einen Kommabazillus beziehungsweise Vibrio, welcher mit dem Finkler-Priorschen Vibrio identisch sein dürfte, wie verschiedene Bakteriologen, darunter auch Günther, annehmen; ferner beschreibt der Genannte noch zwei andere ähnliche Vibrionen des Mundes, bei welchen ebenso wie bei dem vorigen die Reinzüchtung auf Gelatine beziehungsweise Agar oder anderen Nährböden möglich war. Hierher gehören auch Vibrio viridans (Miller) und nach Vignal Vibrio rugula.

In der Form kommt allen diesen Bakterien gemeinschaftlich zu, daß sie S- und schlangenlinienförmige, gelegentlich auch O-förmige Verbände durch einfache Aneinanderlagerung der einzelnen Vibrionen bilden, die mit den später zu besprechenden Spirochäten einige äußere Ähnlichkeit aufweisen, sich aber von denselben durch ihre bedeutendere Größe und stärkere Färbbarkeit allein schon genügend unterscheiden lassen. Über ihre Herkunft und etwaige pathogene Bedeutung läßt sich nichts Genaueres aussagen;

wahrscheinlich sind sie nur unschuldige, aus der Luft beziehungsweise aus der Nahrung stammende Saprophyten, die daher auch in gleichem Maße spärlicher werden, je reiner die Mundhöhle gehalten wird.

Spirochäten.

In neuerer Zeit beginnt man vermehrte Aufmerksamkeit einer Mikrobenart zu schenken, welche zwar schon seit längerem bekannt ist. Die ersten Beschreibungen stammen von Leeuwenhock, dann von Cohn und R. Koch. Über Einreihung dieser Keime, ob in das Tier- oder Pflanzenreich, sind die Meinungen aber noch geteilt. Immerhin scheint eine nicht geringe Zahl morphologischer und biologischer Erscheinungen für die Einreihung im ersteren Sinn zu sprechen. Wir wollen nun, ohne uns hier weiter mit dieser Frage selbst zu befassen, im Anschluß an die Bazillen die Spirochäten, soweit sie für die Mundhöhle in Betracht kommen, einer kurzen Berücksichtigung unterziehen. Es sind dies vorwiegend zwei Arten, von denen die eine oft geradezu als »Zahn«- beziehungsweise »Mundspirochäte« bezeichnet wird, während die andere nach dem durch sie bedingten Prozeß den Vulgärnamen »Syphilisspirochäte« führt.

Spirochaete dentium, Sp. buccalis usw.

Die Zahnspirochäte wurde unter der Bezeichnung Sp. dentium (auch Sp. denticola) von Miller genauer beschrieben, und zwar gab derselbe an, daß sie sich an denselben Stellen finde wie das Spirillum sputigenum, »nämlich unter dem Zahnfleischrand, wo das Zahnfleisch schmutzig belegt und leicht entzündet ist, also bei Gingivitis marginalis«. Diese Angabe mag vielleicht auch dazu geführt haben, daß (s. o.) eine Identifizierung des genannten Spirillums mit den fusiformen Bazillen da und dort versucht wurde. Dabei ist natürlich vorausgesetzt, daß die Zahnspirochäte und die mit den genannten Bazillen in ständiger Gemeinschaft vorkommenden die gleiche Art darstellen, wofür einzelne gelungene Züchtungsversuche auch wirklich zu sprechen scheinen. Allerdings ist zu bemerken, daß innerhalb der Zahnspirochäten doch gewisse Formenunterschiede bemerkt werden können, so daß immerhin die Möglichkeit obwaltet, daß es noch gelingen werde, sie in mehrere Unterarten zu teilen, welche die jetzt schon üblichen trennenden Benennungen als Spirochaete Vincenti, Sp. buccalis u. dgl. m. rechtfertigen.

Die färberische Darstellung der Spirochäten gelingt ohne weiteres mit Hilfe intensiver Färbung durch einen Anilinfarbstoff, so namentlich Karbolfuchsin oder Gentianaviolett. Sehr geeignet ist auch die Färbung mittels des von Giemsa angegebenen Farbstoffes bei verlängerter Färbe-

dauer. Nach Gram lassen sich die Spirochäten nicht färben. Die aus dem Organismus stammenden Spirochäten zeigen eine gewisse Bewegungsfähigkeit, wenn auch nur eine geringe Ortsveränderung. Die für alle Spirochäten charakteristische Form ist die verschieden langer, schraubenähnlich gewundener Fäden. Die Zahl der Windungen, ihre Breite und Höhe sowie die Dicke des ganzen Gebildes überhaupt bilden die Unterscheidungsmerkmale, denen aber nur innerhalb verhältnismäßig weiterer Grenzen einige Sicherheit zukommt, da zweifellos zur selben Art gehörige Exemplare in diesen Beziehungen mancherlei Unterschiede aufweisen können.

Lange Zeit galt die Zahnspirochäte für nicht künstlich züchtbar. Einzelne Autoren, wie z. B. Veszprémi, berichteten wohl von gelungenen Züchtungsversuchen, aber erst Mühlens gelang es, die Spirochäten in wiederholter Verimpfung auf festen Nährböden zu kultivieren. Ihre Züchtung gelingt anscheinend leichter in Gemeinschaft mit den fusiformen Bazillen, doch gelang Mühlens, wenn auch unter Schwierigkeiten, schließlich ihre völlige Reinzüchtung, womit zugleich dem von einigen gehegten Glauben, daß sie mit den genannten Bazillen einer Art wären, ein Ende bereitet wurde. Als Züchtungsmedium diente Serumagar mit hoher Überschichtung. Durch diese Züchtungsergebnisse und die weiteren Untersuchungen von Mühlens und Hartmann ergab sich die Unterscheidung in drei Arten: Spirochaete dentium, Sp. buccalis und zwischen den beiden vorigen eine »mittlere Form«. Mühlens unterscheidet ferner die Sp. Vincenti, läßt aber unentschieden, ob sie mit der »mittleren Form« vielleicht identisch ist. Noguchi unterscheidet zwei Arten: Treponema microdentalis und Tr. macrodentalis, ferner Tr. mucosum. Dagegen unterscheidet Gerber noch Spirochaete undulata, Sp. inaequalis, Sp. recta, Sp. tenuis und Sp. denticola. Gaude unterscheidet sechs Arten, darunter eine Spirochäte der Alveolarpyorrhöe. Auch Seitz berichtet einen solchen Befund.

Was nun ihre pathogene Bedeutung anlangt, bedarf dieselbe noch weiterer Untersuchung, da es zunächst noch nicht gelungen ist, sie durch den Tierversuch nachzuweisen, und wir auch noch keinen Prozeß kennen, bei welchem die Zahnspirochäten als alleinige Erreger zu betrachten wären. Wohl bilden sie besonders bei gangränösen Prozessen zusammen mit den fusiformen Bazillen (s. diese) eine sehr häufige Erscheinung; da sie aber in diesen Fällen im allgemeinen nur eine Teilerscheinung einer zumeist sehr polymorphen Keimflora darstellen, läßt sich nicht ohne weiteres entscheiden, welchem Anteil derselben die Rolle als Krankheitserreger zukommt. Gerber spricht ihnen in dieser Beziehung eine sehr wesentliche Bedeutung zu und stützt seine Meinung durch die Erfolge der Salvarsantherapie bei dergleichen Erkrankungen, ebenso Zilz. Tatsache ist jedenfalls, daß die Zahnspirochäten jene Stellen in der Mundhöhle bevorzugen, wo sich zer-

fallendes Gewebe vorfindet, womit ja auch der Spirochätenbefund bei der Angina Vincenti sowie in kariösen Zähnen und in bronchiektatischen Räumen in Einklang steht. Bezüglich ihres Anteils an der normalen Mundhöhlenflora ist jedenfalls wichtig, daß sie zu jenen Mikroben gehören, von welchen Miller angegeben hat, daß sie daselbst nie vermißt werden.

Spirochaete pallida.

Dieser erst seit dem Jahre 1905 bekannte, von Schaudinn gefundene Erreger der Syphilis findet sich naturgemäß in allen jenen Fällen mehr minder reichlich in der Mundhöhle vor, in welchen sich daselbst luetische Affektionen, insbesondere solche, die im Zerfall begriffen sind, antreffen lassen, entsprechend auch ihrem sonstigen Verhalten natürlich am reichlichsten bei der sekundären papulösen Form, zuweilen auch wohl bei Primäraffekten. Der Spirochätenbefund erklärt ja auch die schon seit langem bekannte Tatsache der hohen Infektiosität solcher zerfallener und daher feuchter Affekte. Es besitzt daher die Syphilisspirochäte trotz ihres nur gelegentlichen Vorkommens in der Mundhöhle für dieselbe eine hohe pathogene Bedeutung, was ihre Besprechung an dieser Stelle nötig macht.

Ihr charakteristisches Hauptmerkmal besteht darin, daß sie die zarteste aller bisher bekannten Spirochäten darstellt, was ja auch ihre so spät erfolgte Auffindung erklärt. Ihre Dicke wird auf etwa $1/4$ μ angegeben, ihre Länge schwankt bis zu etwa 14 μ. Die Zahl ihrer Windungen hält sich gewöhnlich zwischen 6—14, doch kommen auch wesentlich längere Exemplare vor (vgl. Kolle-Wassermann). Bezüglich ihrer Färbung dient das schon bei den Zahnspirochäten Gesagte; ganz besonders aber empfiehlt sich zu diesem Behufe die protrahierte Giemsafärbung, wobei man zweckmäßig eine Anzahl Kubikzentimeter destillierten Wassers mit der gleichen Anzahl Tropfen der käuflichen Farblösung mischt und die lufttrockenen und mit absolutem Alkohol 10′ lang fixierten Präparate darin 2—24 Stunden färbt, hierauf dieselben mit destilliertem Wasser kräftig kurz abspült, trocknet und nun mit neutralem Dammaralack oder Kanadabalsam einschließt. Ferner empfiehlt sich zu ihrer Untersuchung und namentlich zur raschen Auffindung die Herstellung vitaler Präparate und deren Betrachtung mit Hilfe des Dunkelfeldapparats. Auch Versilberung nach Fontana und das Tuschverfahren nach Burri sind zu empfehlen. Kulturversuche erfordern spezielle Methoden.

Die Hauptfundstätten der Syphilisspirochäten im Mund sind im Einklang mit dem oben Gesagten jene Stellen, an welchen sie die spezifischen Erkrankungen zu setzen pflegen, also Lippen, Zunge und Gaumenbogen. Mit Rücksicht auf die notorische Übertragungsmöglichkeit der Syphilis durch mit ihren Krankheitsprodukten verunreinigte Gegenstände, Instrumente usw.

ist sohin der etwaige positive Nachweis dieser Spirochäte im Mund von einer praktisch nicht zu unterschätzenden Bedeutung.

Nun muß noch einiger Mikroorganismen gedacht werden, welche schon an der Grenze zwischen den Bazillen und den höher organisierten Pilzen stehen, von denen aber einige als ständige Mundhöhlenbewohner, andere wegen ihrer gelegentlichen pathogenen Bedeutung für dieselbe Interesse verdienen.

Leptotricheen.

Miller hat bereits in der Literatur die Bezeichnung »Leptothrix buccalis« vorgefunden. Da dieselbe aber eigentlich zu einem Sammelnamen für die verschiedenen Mundhöhlenbakterien geworden war, entschloß er sich, diese Bezeichnung fallen zu lassen, und schlug dafür als provisorischen Namen »für diejenigen in Fadenform auftretenden Mundbakterien, deren Biologie zu wenig erforscht ist, um ihre Beziehung zu anderen Mundbakterien zu präzisieren, oder um eine gesonderte, durch bestimmte Charaktermerkmale gekennzeichnete Bakteriengruppe zu bilden«, die Benennung Leptothrix innominata vor. Da bisher eine weitere Klärung in dieser Gruppe von Keimen noch nicht erfolgt ist, kann die geänderte Bezeichnung auch weiterhin bestehen bleiben.

Der wesentlichste Grund für die mangelhafte Erforschung der Leptothricheen liegt wohl darin, daß es bisher größtenteils nicht gelungen ist, sie auf Nährböden zum Wachstum zu bringen. Morphologisch sind die Leptothrixkeime als verschieden lange und ziemlich dünne Fäden gekennzeichnet, welche sich in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen und verflechten, durchaus unbeweglich und ungegliedert sind und nach Gram gefärbt werden können. Der Mangel einer Gliederung läßt sie leicht als echte Fäden von der bei vielen Bazillen vorkommenden sogenannten Scheinfädenbildung unterscheiden. Die Fäden sind sporenbildend, was man am gefärbten Präparat feststellen kann. Natürlich findet man in diesem Fadengewirr, wie man es erhält, wenn man etwas weißen Zahnbelag zur Untersuchung benutzt, auch zahlreiche Kokken eingesprengt, welche nicht mit Sporen verwechselt werden sollen, was vermieden werden kann, wenn man nur die in den gefärbten Fäden wie ausgespart erscheinenden Stellen als solche betrachtet.

Miller beschrieb ferner noch eine zweite Art als Leptothrix maxima buccalis, die dem Bacillus maximus buccalis sehr ähnlich, von demselben aber dadurch unterschieden sei, daß sie sich mit der angesäuerten Jodjodkaliumlösung (s. o.) gelb färbe, weshalb der Genannte immerhin noch die Möglichkeit offen läßt, daß es sich nur um eine noch etwas unentwickelte Form des letzteren handle. Als züchtbare Leptothrix ist von

Dobrzyniecki Leptothrix placoides alba beschrieben, so genannt wegen ihres charakteristischen »Plakoidschuppen«-ähnlichen Wachstums auf Agar. Auf Gelatine, welche verflüssigt wird, ist das Wachstum ein grießsuppenähnliches. Eine ähnlich gewachsene Kultur zeigte so große Glieder, daß sie vielleich identisch ist mit »Leptothrix gigantea« Millers. Dobrzyniecki zitiert eine von Robin und Vignal als züchtbar beschriebene »Leptothrix buccalis«, bei welcher Sporenbildung nicht beobachtet ist. Schließlich sei noch der von Williams beschriebenen Leptothrix racemosa gedacht, welche gleichfalls pleomorph sei und ebenfalls nicht gezüchtet werden konnte.

Nach Blessing finden sich auch Cladothrixarten in der Mundhöhle.

Die Leptothricheen sind als ständige Bewohner jeder Mundhöhle anzusehen. Über ihre Bedeutung jedoch, insbesondere über die Frage nach ihrer etwaigen Pathogenität läßt sich eben mit Rücksicht auf den fast regelmäßigen Mangel einer künstlichen Züchtbarkeit zurzeit noch nichts Bestimmtes aussagen, wenngleich sicher zu sein scheint, daß man es bei ihnen nur mit harmlosen Saprophyten zu tun hat.

Streptothricheen.

Hier verdient Erwähnung die von Goadby beschriebene Streptothrix buccalis, welche aus einem Pyorrhöeeiter gezüchtet wurde sowie ferner aus dem weißen Zahnbelag und dem Sekret bei Gingivitiden. Das Charakteristische ist die Bildung echter Verzweigungen der Fäden sowie die Bildung von gonidienartigen Gebilden, welche den Kolonien ein Aussehen wie gepudert verleihen. Auch das gelegentliche Vorkommen anderer, besonders lungenpathogener Streptothricheen in der Mundhöhle ist als möglich zu betrachten. Ihnen steht verwandtschaftlich nahe der

Aktinomyzes.

Dieser Pilz, der als Gramineenparasit eigentlich hauptsächlich ein für das Rind pathogener Mikroorganismus ist, ruft gelegentlich auch beim Menschen schwere Erscheinungen hervor, wobei er nicht so selten durch die Mund- und Rachenhöhle in den Organismus einwandert und auch daselbst seine erste Lokalisation durchmacht. Er verdankt seine Bezeichnung (»Strahlenpilz«) dem Umstand, daß er in Form drusiger Gebilde angetroffen wird, welche einen radiärstrahligen Bau zeigen. Die Strahlen entsprechen den zum Teil verzweigten Pilzfäden und tragen an den Enden vielfach keulige Anschwellungen. Dieselben kommen jedoch nur im Organismus, hingegen nicht in Kulturen zur Entwicklung. Der Aktinomyzes ist gram-

positiv. Die Züchtung dieses Pilzes gelingt nicht leicht, da er sehr langsam und nicht auf allen Nährböden wächst. Bezüglich der näheren diesbezüglichen Angaben sei auf die Spezialwerke verwiesen.

Die durch den Aktinomyzes hervorgerufenen Krankheitsprodukte sind gewöhnlich schon makroskopisch daran kenntlich, daß der in ihnen enthaltene Aktinomyzeseiter die Drusen des Erregers als mit freiem Auge eben noch unterscheidbare graue oder weißgelbliche härtere Körnchen hervortreten läßt. In der Mundhöhle findet die durch ihn hervorgerufene Erkrankung namentlich in der Nähe des Unterkiefers oder in diesem selbst sowie im Oberkieferperiost, seltener in der Wangengegend, ferner aber auch in den umgebenden Weichteilen, wie insbesondere in der Halsregion, statt. Eingehende Angaben über diesen Gegenstand stammen von Israel u. a. Nach der Ansicht verschiedener Autoren sollen verschiedene kariöse Zähne sowie die durch solche gesetzten kleinen Verletzungen der Mundschleimhaut die Eintrittspforte für die Infektion abgeben können; doch bedarf diese Frage noch weiterer Untersuchung. Lord fand häufig den Aktinomyzes in kariösen Zähnen und im Tonsilleninhalt. Er konnte experimentell mit dem gefundenen Keim Aktinomykose erzeugen. Es besteht immerhin auch für diesen Keim, wie schon Metnitz bemerkte, die Möglichkeit, längere Zeit in der Mundhöhle zu gedeihen, ohne weiteren Schaden zu stiften, bis durch eine Gelegenheitsursache der Ausbruch der Erkrankung bewirkt wird. Es erfordert daher seine etwaige Anwesenheit im Munde, wenngleich er nicht im hohen Grad infektionsgefährlich ist, doch mit Rücksicht auf die gleichwohl vorhandene und nicht zu unterschätzende Ansteckungsgefährlichkeit immerhin einige Beachtung. In gut gepflegten Mundhöhlen wird man ihm übrigens nur in den seltensten Fällen begegnen können, was schon durch seine gewöhnlichere ätiologische Bedeutung im Sinne einer Zoonose (s. o.) eine ausreichende Erklärung findet. Die hauptsächlichste Infektionsquelle ist für Mensch und Tier nach den bisherigen Untersuchungen durch infizierte Getreidegrannen gegeben.

Hefe- und Schimmelpilze.

Schließlich müssen noch einige Pilze erwähnt werden, denen zwar unter normalen Bedingungen schon reichlich Gelegenheit zum Eintritt in die Mundhöhle geboten ist, deren reichlicheres Gedeihen in derselben aber fast ausschließlich als Zeichen einer schlechten Pflege, wenn nicht eines herabgekommenen Allgemeinzustandes angesehen werden muß.

Was zunächst die Hefearten anlangt, unterscheiden sich dieselben im gefärbten Präparat schon durch ihre viel bedeutendere Größe von den anderen Keimen. Sie sind im allgemeinen grampositiv und stellen teils mehr kugelige oder eiförmige Zellen mit deutlicher Zellmembran dar, teils sind

sie unter ungünstigeren Ernährungsbedingungen bereits zu kürzeren oder längeren, plumpen und unregelmäßig umrissenen, gegliederten Fäden ausgewachsen. Sie gedeihen gewöhnlich leicht auf Agar, ganz besonders aber auf zuckerhaltigen, angesäuerten Nährböden, so namentlich auf Bierwürze- und Pflaumenmusgelatine, wobei die Gelatinemischungen sich häufig schon deshalb zur Anwendung empfehlen, weil die optimale Züchtungstemperatur bereits eine ziemlich niedrigere ist (20°). Die Hefekulturen sind durch ihr saftiges Aussehen gleichfalls gut charakterisiert, wozu noch kommt, daß dieselben unter dem Mikroskop durch ihr fast schwarzes und undurchsichtiges Aussehen auffallen, wobei man jedoch an deren Randpartien schon mit schwächerer Vergrößerung ganz deutlich die einzelnen Hefezellen erkennen kann. Die Kulturen sind zumeist reinweiß, doch gibt es auch farbstoffbildende unter ihnen, wie die von Freund auch in der Mundhöhle gefundene Rosahefe.

Nach ihrer Pathogenität betrachtet erscheinen die Hefearten teils als Saprophyten wie die vorgenannte und einzelne aus der Nahrung stammende, worunter allerdings einzelne, wie das im Munde sehr häufige Oidium lactis, zu tierpathogener Wirkung gebracht werden können, teils kommt ihnen ausgesprochen pathogene Bedeutung zu, wie vor allem dem Soorpilz Oidium sive Saccharomyces albicans. Derselbe findet sich namentlich in der kindlichen Mundhöhle, ferner aber auch unter den vorhin genannten Bedingungen in der Erwachsener. Er bevorzugt die vom Plattenepithel bekleideten Schleimhäute, wo er zwischen den einzelnen Epithelzellen hindurchwächst, so daß die von ihm erzeugten Beläge lockerer oder fester der Unterlage anhaften. Sie erscheinen zunächst als kleine weißliche Punkte, welche aber bald konfluieren und schließlich ziemlich ausgedehnte, bis weit in den Ösophagus hinabreichende membranartige Bildungen erzeugen können. Hierdurch sowie durch gelegentliches Übergreifen auf die Atemwege kann eine schwere Störung hervorgerufen, beziehungsweise der schon bestehende schlechte Allgemeinzustand noch verschlimmert werden.

Im unmittelbaren Bereich der Zähne äußert sich die pathogene Wirkung hierhergehöriger Keime nur in untergeordnetem Grad; zumindest ist nicht sicher festzustellen, wieviel hiervon ihnen allein zugeschrieben werden dürfe, da sie ja daselbst mit so viel anderen Mikroorganismen vergesellschaftet sind. Allenfalls ist die Säurebildung von Belang (s. o.). Erwähnt sei jedenfalls, daß Miller in einer entzündeten Zahnpulpa eine Hefe fand, welche er für identisch hält mit dem von Busse beschriebenen Saccharomyces hominis, welcher mäusepathogen ist. Gelegentlich, wenn auch nur in sehr seltenen Fällen, erzeugen derartige Hefen durch metastatische Verschleppungen schwerste Fernwirkungen, wie z. B. in einem Fall von Türk eine echte und tödliche Hefemeningitis.

Was noch insbesondere die Stellung der Oidiumarten und ihre Einreihung im botanischen System anlangt, ist die Frage noch immer nicht übereinstimmend beantwortet, ob sie noch zu den wegen ihrer besonderen Vermehrungsform durch Sprossung von Tochterzellen aus den Mutterzellen als »Sproßpilze« bezeichneten Hefen zu rechnen seien, oder ob sie schon in die Gruppe der eigentlichen Schimmelpilze gehören. Allem Anschein nach nehmen sie eine Art Mittelstellung zwischen beiden ein, wobei sie wohl den ersteren näher zu stehen scheinen, doch kann hier auf diese Frage nicht weiter eingegangen werden.

Die Schimmelpilze selbst spielen in der Mundhöhle nur eine sehr untergeordnete Rolle, da sie, selbst in größerer Menge auf einmal eingeführt, wie dies gelegentlich durch verdorbene Nahrungsmittel vorzukommen pflegt, doch nicht die ihrer weiteren Entwicklung günstigen Bedingungen im Munde finden, ausgenommen etwa Oidium lactis, wollte man es hierher rechnen (s. o.). Die Mukor- und Aspergillusarten können aber wohl gelegentlich weiter verschleppt werden und zu Erkrankungen an anderen Körperstellen Veranlassung geben.

Protozoen.

Die Besprechung der pathogenen Mikroorganismen der Mundhöhle kann nicht vollständig sein, ohne daß der in derselben vorkommenden Protozoen Erwähnung getan würde. Wenn sie auch unzweifelhaft dem Tier- und nicht dem Pflanzenreich zuzuzählen sind, haben sie doch als einzellige Lebewesen und nach ihrer etwaigen Beteiligung an pathologischen Prozessen eine ähnliche Bedeutung wie die Bakterien. Die über sie und ihre Beziehungen zur Mundflora vorliegenden Untersuchungen sind erst jüngeren Datums.

Von Entamoeba Kartulisi und Entamoeba buccalis Provazek gibt Hartmann eine Beschreibung in Kolle-Wassermann (2. Aufl.). Erstere scheint schwere Knochenzerstörungen hervorrufen zu können; sie wurde zuerst bei Kiefernekrose eines Arabers in Ägypten beobachtet. Sie ist ziemlich groß (30—38 μ), lebhaft beweglich, mit langen Pseudopodien. Letztere ist eine fast ständige Mundhöhlenbewohnerin, besonders im weißen Zahnbelag, meist klein (6—32 μ), sehr lebhaft beweglich, mit plumpen Pseudopodien. Die Ellermannschen Protozoen sind sehr klein, diplokokkenähnlich, aber davon durch ihre Beweglichkeit unterscheidbar. Die Baumgartnerschen Protozoen sind bisher nur im Schnitt beobachtet. Ferner wurden in den letzten Jahren von einer Anzahl amerikanischer Autoren verschiedene Amöben mit fraglicher Pathogenität beschrieben (Evans, Baß, Williams, Mitchell und ihre Mitarbeiter) und die gute Wirkung der Emetintherapie dagegen hervorgehoben. Fischer gibt eine ausführ-

liche Zusammenstellung der Mundamöben; er findet sie bei der Mehrzahl der Gesunden und besonders regelmäßig bei Alveolarpyorrhöe, anscheinend identisch mit der Entamoeba buccalis und nicht als Ursache dieser Affektion. Fischer und Shen fanden bei Chinesen auch noch Flagellaten.

Formen der Mundhöhlenflora.

Nachdem wir nun in großen Umrissen die in der Mundhöhle vorkommenden Bakterienarten durchbehandelt haben, wobei ihre Einteilung vom Standpunkt der bakteriologischen Systematik maßgebend war, erhebt sich die Frage, ob sie dortselbst eine bestimmte gegenseitige Gruppierung erkennen lassen, welcher Art diese ist und ob sie bestimmten Veränderungen unterworfen sei. Da ergibt sich nun, daß wir eine Anzahl verschiedener Formen der Mundhöhlenflora unterscheiden können.

Gehen wir von der gut gepflegten, das heißt regelmäßig gereinigten Mundhöhle aus, so erkennen wir, vorausgesetzt, daß sich in ihr keine pathologischen Prozesse irgendwelcher Art abspielen, daß sie regelmäßig eine wenn auch verhältnismäßig geringe Zahl von Keimarten beherbergt, die an gewissen Stellen besonders häufig gefunden werden, nämlich vor allem an den Zahnfleischrändern, in den Zahnbelägen, ferner aber auch in der Gegend der Tonsillen, wo deren Krypten ihnen eine geeignete Ansiedlungsstätte abgeben. Miller hat seinerzeit diese Arten als die »eigentlichen Mundbakterien« bezeichnet und zu ihnen gerechnet:

1. Leptothrix innominata,
2. Bacillus maximus buccalis,
3. Leptothrix buccalis maxima,
4. Jodococcus vaginatus,
5. Spirillum sputigenum,
6. Spirochaete dentium (denticola).

Die Untersuchungen der Folgezeit ergaben im allgemeinen immer wieder eine Bestätigung dieser Angabe, die nur insofern eine Ergänzung erfuhr, als es gelang. die fusiformen Bazillen, Spirochäten usw. zu züchten und damit Millers Angabe von der mangelnden Züchtbarkeit der eigentlichen Mundbakterien zu modifizieren, ferner, als sich immer mehr zeigt, daß Strepto-, Staphylo- und Pneumokokken wohl auch zu den ständigen Mundkeimen gezählt werden müssen.

Neben dieser ständigen Bakteriengruppe jeder Mundhöhle finden sich aber auch noch regelmäßig andere Keime vor, die jedoch ihrer Natur nach wechselnd sind. Da auch die der ersteren Gruppe in ihrer gegenseitigen Quantität keinem bestimmten Gesetz unterworfen sind, ergibt sich wohl schon für die Bakterienflora der normalen Mundhöhle ein innerhalb gewisser

Grenzen schwankendes Bild; es ist dies aber eben mit Rücksicht auf diese Grenzen schließlich ein ziemlich charakteristisches. Im gefärbten Präparat zeigt sich dieses Bild als ein Gemisch von Plattenepithelzellen der Mundschleimhaut, Speichelkörperchen und der verschiedenen Bakterien. Unter diesen treten gewöhnlich stärker hervor gröbere, gramnegative Bazillen (Bac. bucc. max.), Leptothricheen und verschiedene Kokken. Daneben sieht man die übrigen Arten der vorhin genannten eigentlichen Mundbakterien

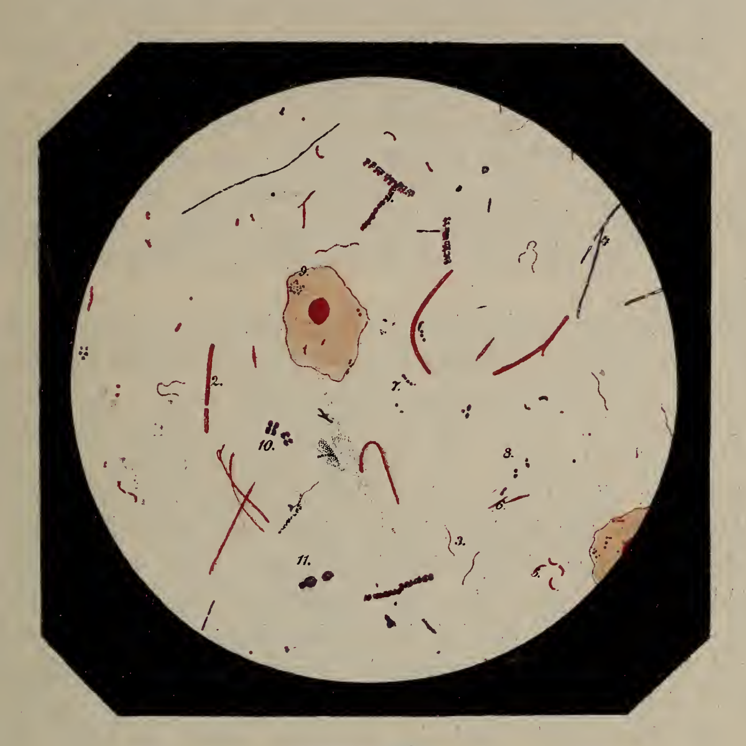


Fig. 198.

Schema der gewöhnlichen Mundflora. *1*, Jodococcus vaginatus. *2*. Bacillus maximus buccalis. *3*. Spirochaete dentium. *4*. Leptothrix. *5*. Spirillum sputigenum. *6*. Fusiforme Bazillen. *7*. Streptokokken. *8*. Pneumokokken. *9*. Staphylokokken auf einer lattene pithelzelle. *10*. Micrococcus tetragenus. *11*. Hefe.

und allerhand andere Arten. Wenn auch von allen diesen Bakterien das eine oder andere mehr hervortreten kann, so fehlt doch im allgemeinen ein ausschließliches Überwiegen einer Art, und wo dies doch der Fall ist, wie namentlich beim Spirillum sputigenum, kann man doch schon Rötung des Zahnfleisches oder sonstige Zeichen dafür finden, daß die betreffende Mundhöhle nicht vollkommen frei von abnormen Veränderungen ist.

Kulturell zeigt die normale Mundhöhle wesentlich Strepto- und Diplokokken, daneben auch Staphylokokken und koliähnliche Bazillen, ferner die

verschiedensten Farbstoffbildner. Da dieselben ja auch bereits im vorhergehenden bei den Kokken und Bazillen aufgezählt wurden, können Wiederholungen hier vermieden werden. Es ergibt sohin die Kultur gleich dem mikroskopischen Präparat schon für die normale Mundhöhle die Anwesenheit von unter Umständen pathogenen Keimen; es besitzt jedoch auch von diesen normalerweise keiner ein entscheidendes Übergewicht, und wo dies dennoch bei scheinbar vollständigem Fehlen pathologischer Erscheinungen in der Mundhöhle selbst der Fall ist, wird man zumeist mit der Tatsache eines entweder anderwärts im Organismus lokalisierten derartigen Prozesses oder mit der zeitweiligen Latenz eines solchen in der Mundhöhle oder ihrer Umgebung zu rechnen haben beziehungsweise damit, daß es sich um das Residuum eines abgelaufenen Prozesses handle. Ja, es werden unter Umständen nur gewisse äußere Lebensbedingungen auf diese Art angezeigt, unter welchen sich das betreffende Individuum befindet. Beispiele für das Gesagte finden sich oben bei den Meningokokken, Diphtheriebazillen usw. angeführt.

Wir haben uns damit schon der Besprechung der abnorm zusammengesetzten oder geradezu pathologisch veränderten Mundflora genähert. Die Veranlassung zur Ausbildung einer solchen kann durch verschiedene Umstände gegeben sein, wobei naturgemäß den in der Mundhöhle selbst sich etwa abspielenden Prozessen die wichtigste Rolle zukommt, in nächster Linie aber dann allen jenen, welche sich an Stellen vorfinden, von denen eine Abfuhr von Krankheitsprodukten durch die Mundhöhle stattfinden kann oder muß. Das charakteristische Merkmal einer derart veränderten Mundhöhlenflora ist dann eben das auffallende Überwiegen einer oder mehrerer Bakterienarten, das bei dem gleichzeitigen Auftreten von Leukozyten und deutlichen Erscheinungen der Phagozytose um so wichtiger ist, je mehr es sich hierbei um ausgesprochen pathogene Keime handelt. Wir werden auf diesen Punkt noch im besondern näher eingehen, zunächst aber uns mit der Frage befassen, wo man die Grenze zwischen normaler und pathologischer Mundflora zu ziehen habe, sowie ob sich überhaupt eine solche feststellen lasse. Da muß nun gesagt werden, daß die letzte Frage verneint werden müsse, womit auch die Beantwortung der ersteren entfällt.

Auf den ersten Blick wird diese Behauptung vielleicht befremdlich erscheinen und dies um so mehr, als ja soeben im vorhergehenden von pathologischen Formen der Mundflora die Rede war. Diese Bezeichnung soll aber nur zur Charakterisierung bestimmter Formen derselben dienen, welchen eben in einem erhöhten Grad eine pathogene Wertigkeit zukommt, besonders dann, wenn sie sich auch noch überdies nach ganz bestimmten Richtungen äußert. Es lehrt aber anderseits die praktische Erfahrung, daß

auch einer anscheinend ganz normalen Flora unter geeigneten Umständen eine ganz zweifellos pathogene Bedeutung zufallen kann. Besondere Beachtung verdienen in dieser Beziehung die in jeder Mundhöhle nachweisbaren Kokkenarten. Allerdings muß man sagen, daß dieselben zugleich mit dem Auftreten einer merkbaren pathogenen Wirkung auch an Zahl zuzunehmen beginnen, wie dies namentlich auch für die schon an früherer Stelle erwähnten Mundekzeme gilt; aber damit ist auch schon die Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit gegeben, in einem Zeitpunkt, zu welchem von dieser Wirkung nichts zu bemerken ist, mit Sicherheit zu entscheiden, ob die betreffende Mundflora als normal oder pathologisch anzusehen sei.

Diese Schwierigkeit löst sich jedoch sofort, wenn man die ganze Frage von einem anderen Gesichtspunkt betrachtet. Hält man sich nämlich vor Augen, daß die pathogene Wirkung eines Bakteriums im allgemeinen von mehreren Komponenten abhängt, die teils durch dessen Art, Virulenz und sonstige Eigenschaften bedingt sind, anderseits aber auch vom Zustand des Gewebes oder Organismus abhängt, der ihrer Wirkung ausgesetzt ist und überdies noch wesentlich von verschiedenen äußeren Umständen beeinflußt wird, wie z. B. Zusammenwirken verschiedener Keimarten u. dgl. m., dann ist es klar, daß so ziemlich jede Form der Mundhöhlenflora als fakultativ pathogen betrachtet werden muß. Man wird dann den Ausdruck »normal« für alle jene Formen derselben in Anwendung bringen, die sozusagen eine Durchschnittsmischung von Keimen zeigen, an welcher die oben erwähnten regelmäßig vorhandenen sechs Arten sowie noch verschiedene andere beteiligt sind, während man die Bezeichnung »pathologisch« nur auf jene Formen beschränken wird, die durch das einseitige Hervortreten von Keimarten ausgezeichnet sind, welche entweder mit pathologischen Prozessen des betreffenden Individuums in Beziehung stehen oder erfahrungsgemäß solche hervorzurufen vermögen. Damit ist nun natürlich eine bedeutende Variationsbreite für jene Formen gegeben, welche man als normal bezeichnen kann; das stimmt aber insofern ganz gut mit unseren Erfahrungen überein, als wir in der Tat wahrnehmen können, daß selbst bei einem und demselben Individuum das Bild der Bakterienflora in der Mundhöhle größeren Schwankungen in seiner Zusammensetzung unterworfen ist, auch dann, wenn pathologische Prozesse irgendwelcher Art mit gutem Gewissen ausgeschlossen werden können.

Wovon die Schwankungen in der Zusammensetzung der Mundhöhlenflora abhängen, ist nicht ohne weiteres festzustellen. Sicher ist, daß eine Reihe zufälliger Momente dabei eine Rolle spielt, so in nicht geringem Maße die Art der Nahrung und der Grad der Reinlichkeit. Erstere beeinflußt vor allem die Qualität, letztere die Quantität der Keime. Von diesen Momenten hängt dann in weiterer Folge auch die Art der Wirkung der

Mundkeime auf ihre Umgebung ab, worüber allerdings bis jetzt nur allgemeinere Vorstellungen, jedoch noch wenig spezielle Kenntnisse bestehen. In erster Linie handelt es sich hierbei um die Frage des etwaigen Zusammenhanges der

Mundkeime und Zahnkaries.

Es lag begreiflicherweise nahe, sobald einmal nähere Aufschlüsse über die Bakterien in der Mundhöhle gegeben waren, einen Zusammenhang zwischen diesen und der Karies der Zähne insofern anzunehmen, als man glaubte, in den ersteren die Ursache für letztere suchen zu müssen. Ob nicht auch in der entgegengesetzten Richtung ein ursächlicher Zusammenhang zu suchen und möglich wäre, blieb bis jetzt merkwürdigerweise im Hintergrund der Fragestellung. Wir wollen zunächst die vorige Frage als die praktisch wichtigere in Betracht ziehen.

Auch hier war es Miller, welcher, auf eigenen Untersuchungen fußend, zum Teil aber auch von Erfahrungen anderer ausgehend, wie solcher von Heß, Schlenker, Leber und Rottenstein u. a., zur Aufstellung einer »chemisch-parasitären« Theorie der Zahnkaries gelangte, welche er in folgende Worte kleidete: »Die Zahnkaries ist ein chemisch-parasitärer Vorgang, bestehend aus zwei deutlich ausgeprägten Stadien: der Entkalkung respektive Erweichung des Gewebes und der Auflösung des erweichten Rückstandes. Beim Schmelz fällt jedoch das zweite Stadium fort; die Entkalkung des Schmelzes bedeutet die vollkommene Vernichtung desselben.«

Der springende Punkt an dem ganzen Vorgang ist sonach die Entkalkung, von der wir wissen, daß sie durch Säurewirkung jederzeit zu erzielen ist, und daher muß die nächste Frage lauten, ob diese Wirkung von seiten der Mundbakterien ausgeübt werden könnte. Diese Frage hat denn auch Miller in bejahendem Sinn erledigt, wobei er zeigen konnte, daß als Säure vor allem Milchsäure in Betracht kommt, welche sich durch die Gärung der Kohlehydrate in der Mundhöhle bildet. Diese Tatsache stimmt auch mit der vielfältig bestätigten Erfahrung überein, daß gewisse Berufe, wie Bäcker und ähnliche (Hesse), besonders der Zahnkaries ausgesetzt sind. Die zweite wichtige Stufe in der Ausbildung der Zahnkaries ist dann die Auflösung des erweichten Zahnbeins, mithin eine der Verdauung an die Seite zu stellende Erscheinung, für welche natürlich wieder jene Bakterien hauptsächlich in Betracht kommen müssen, welchen eine peptonisierende Wirkung nachgewiesen werden kann.

Anderseits unterliegt es hinwiederum gar keinem Zweifel, daß mit der Anwesenheit der Mundbakterien allein noch durchaus nicht alle Bedingungen erfüllt sind, welche zum Zustandekommen der Zahnkaries von-

nöten sind. Es folgt dies schon aus der einfachen Tatsache, daß nicht nur in jeder Mundhöhle reichlichst Bakterien nachweisbar sind, sondern daß dieser Nachweis auch innerhalb der Zähne selbst gelingen kann, wie Scheff gezeigt hat, ohne daß auch nur die Spur einer kariösen Veränderung auffindbar sein müßte. Welche weitere Bedingungen aber nötig sind, insbesondere ob vielleicht ganz besondere Bakterien oder Gruppierungen von solchen vorhanden sein müssen, das entzieht sich gegenwärtig noch völlig unserer Kenntnis; ja es scheint sogar manches dafür zu sprechen, daß es überhaupt keinen für die Zahnkaries charakteristischen oder gar spezifischen Befund gibt, wenngleich die Bedeutung gewisser, insbesondere der Streptokokken (s. o.) hierfür nicht in Abrede gestellt werden soll. So zitiert Miller in diesem Sinn einen Ausspruch von Galippe: »Il n'y a point un parasite de la Carie, il y a des parasites de la Carie.« Auch die Untersuchungen von Goadby und von Choquet zeitigten gleiche Ergebnisse (s. u.). Auch Frohmann will keine bestimmte Flora der Karies anerkennen.

Eine andere Frage ist es, inwiefern prädisponierende Ursachen auf die Entstehung der Karies begünstigend wirken können. Miller will in diesem Sinn nur in den Zähnen selbst gelegene Ursachen betrachtet wissen, und bezeichnet alle von außen in gleichem Sinn wirkenden Ursachen als »exzitierende«; in dieser eingeschränkteren Auffassung läßt der Genannte vor allem gelten »schlecht entwickelte, weiche, poröse Zähne mit vielen großen Interglobularräumen«, da die Entkalkung in ihnen leichter und schneller vor sich geht und damit auch die Bakterienansiedlung begünstigt wird. Ferner könnten in ähnlichem Sinn begünstigend abnorm tiefe Fissuren oder blinde Löcher in den Zähnen wirken; zweifelhaft hingegen scheine eine derartige Wirkung von seiten etwaiger Spalten oder Risse im Schmelz. Ferner gebe eine zu gedrängte Zahnstellung wegen der damit verbundenen Erschwernis der Reinigung und eine Lockerung oder Loslösung des Zahnfleisches ein prädisponierendes Moment für die Entstehung der Karies ab, letzterer Umstand wegen der Möglichkeit des Eindringens von Speiseresten zwischen die Zahnhälse oder zwischen Zahnfleisch und Zahnhals. Von anderen öfter angeführten prädisponierenden Momenten, wie Schwangerschaft, Vererbung, gewissen krankhaften Zuständen des Körpers sowie klimatischen und geologischen Verhältnissen hält Miller nicht viel, wenngleich er für einzelne derselben ihre Bedeutung als »exzitierende Ursachen« anerkennt.

Allgemein gesprochen folgt aus seinen Ausführungen sowohl wie aus denen anderer Autoren und nicht zum mindesten aus der täglichen Erfahrung, auf welche sich auch alle stützen, daß das Eintreten der Karies, soweit die bakterielle Wirkung in Frage kommt, durch alle jene Um-

stände begünstigt wird, welche entweder eine Ansiedlung insbesondere der Säurebildner oder eine wirksamere Entfaltung von deren Tätigkeit ermöglichen. Dadurch erklärt sich die Angabe von Goadby, daß Kohlehydrate die Karies begünstigen, eiweißhaltige Nahrung dagegen hemmend wirkt, da durch die hierbei mehr zur Geltung kommenden Fäulniserreger eine der Säure entgegenwirkende alkalische Reaktion hervorgerufen werde.

Auch die experimentelle Erforschung dieser Frage ergab die gleichen Befunde, indem Miller, in Berücksichtigung mißglückter Versuche anderer, durch Fäulnis an extrahierten Zähnen künstliche Karies hervorzurufen, diese Versuche derart vornahm, daß Zähne in eine Mischung von Brot und Speichel gelegt wurden, worauf sich an ihnen die typischen Erscheinungen der spontanen Karies entwickelten. Ähnliche Ergebnisse erzielte Goadby.

Was nun die Zahnflora bei Karies anlangt, stammen ausführlichere Angaben nebst den schon oben erwähnten noch von Goadby, welcher im kariösen Zahnbein drei Arten von Bakteriengruppen beschreibt: 1. Säurebildner, 2. Blutserumverflüssiger und 3. Pigmentbildner. Zu 1 gehören a) in den tieferen Schichten: Streptococcus brevis und Bac. necrodentalis, ferner Staphylococcus albus (ähnlich auch Kantorowicz), b) in den oberflächlichen: Streptococcus brevis (Syn. Microc. continuosus nach Black, Microc. nexifer nach Miller), Sarcina alba, S. lutea, S. aurantiaca, Staphylococcus pyogenes aureus, Staph. pyog. salivarius. Zu 2 bemerkt der Autor, nur Blutserum verflüssigende Arten könnten Dentin verflüssigen, die Verflüssigung der Gelatine sei nicht maßgebend; die Reaktion bei der Dentinverflüssigung sei alkalisch. Hierher gehören: Bac. mesentericus ruber und vulgatus als Verflüssiger des Blutserums, auch Farbstoff bildend, ferner ebenso wirkend und auch das Dentin verflüssigend Bac. mesentericus fuscus, Bac. fuscus, ein gelber Bazillus nach Goadby, vielleicht Bac. gingivae pyogenes nach Miller, und dann der Bac. liquefaciens motilis, ferner Bac. subtilis und Bac. proteus nach Zenker. Zu 3 gehört der Bac. gangraenae pulpae nach Arkövy und eine Reihe anderer.

Choquet erklärt es für möglich, daß gewisse Arten Dentin verflüssigen, dagegen nicht Blutserum oder Gelatine. Spezifische Karieserreger gebe es nicht, da alle Bakterienarten, die hierbei gefunden werden, aus der Mundhöhle stammen, wo sie gewöhnlich fakultativ aerob gedeihen, weshalb sie auch in den tieferen Schichten des Dentins weniger gut fortkämen, wenngleich auch noch unter künstlichen Füllungen die Karies Fortschritte machen könne. Eine von den bisherigen Ansichten etwas abweichende Meinung vertritt Rodella,[1] welcher auf Grund von Experimenten behauptet, daß die Aerobier allein, wenn sie auch Entkalkung verursachen können, doch niemals imstande seien, die organische Substanz der Zähne aufzulösen. Dies geschehe durch Bakterien, welche außerhalb

der Mundhöhle aerob nicht existieren können, insbesondere Bac. putrificus (Bienstock), Buttersäurebazillen (Schattenfroh und Graßberger) und spindelförmige Bazillen.

Wenn nun auch keine für die Karies charakteristischen Erreger bisher bekannt geworden sind, wäre doch der Schluß voreilig, daß zwischen der Flora eines vollständig gesunden Mundes und eines solchen mit kariösen Zähnen gar kein Unterschied bestehe. Derselbe drückt sich vielmehr in recht deutlicher Weise dadurch aus, daß im letzteren Fall sowohl die Zahl der Keime überhaupt als auch die der vertretenen Arten sich im allgemeinen gegen die Norm vermehrt. Der Unterschied ist weniger deutlich, wenn man aus dem Speichel schlechtweg impft; er wird aber sofort merkbarer, wenn man unmittelbar aus der Karieshöhle oder aus dem Zahnbelag Proben nimmt. Bisweilen allerdings drückt sich der Unterschied wesentlich dadurch aus, daß eine oder mehrere Arten allein besonders stark vertreten sind; so berichtet Miller von einem Laufburschen, den er hatte und der in der Höhle eines unteren kariösen Mahlzahnes, welcher mit Zahnstein und Zahnbelag bedeckt und dessen umgebendes Zahnfleisch leicht entzündet war, fast eine Reinkultur des Spirillum sputigenum besaß, während am Rand des Zahnfleisches eine solche der Spirochaete dentium zu finden war. Die Vermehrung dieser beiden Keimarten sowie der fusiformen Bazillen ist bei Karies überhaupt sehr oft nachzuweisen; sie kann gleichwohl nicht als für diese ausschließlich maßgebend angesehen werden, da sie sich auch mit größerer Regelmäßigkeit in schlecht gepflegten Mundhöhlen vorfindet, ohne daß gerade Zahnkaries vorhanden sein müßte.

Der letztere Umstand scheint nun geeignet, einiges Licht auf die eingangs dieses Kapitels gestreifte Frage zu werfen, ob nicht durch die schon bestehende Karies selbst erst die Möglichkeit zur Entwicklung von Keimen gegeben wird oder zumindest eine von solchen begünstigt wird, welche sich in der normalen Mundhöhle nicht oder nur in geringem Grad vorfinden. Da scheint es nun tatsächlich so, wenngleich auf diesen Punkt abzielende Untersuchungen nicht vorliegen, als wenn diese Frage bejaht werden müßte. Die Höhle eines kariösen Zahnes gleicht ebenso insofern einer schlecht gereinigten Partie der Mundhöhle, als sich darin immer Speisereste ansammeln müssen, die, wie schon oben (S. 474) ausgeführt wurde, einen außerordentlich geeigneten Nährboden für die Bakterienentwicklung abgeben. Man wird sich daher den Vorgang der Zahnkaries richtig so vorzustellen haben, daß zunächst wohl der Bakterienwirkung bei diesem Vorgang eine wichtige Rolle zukommt, daß aber, wenn der Prozeß einmal im Gang ist, diese selbst wieder die Ansiedlung der Bakterien begünstigt, so daß die bei Karies gefundene Keimflora schließlich nur zu einem Teil die Ursache derselben, zu einem nicht geringen jedoch wieder ihre Folge

ist. Damit stimmen die Befunde Millers überein, welcher durch Kochen entkalkten Zahnbeins einen Zahnbeinleim darstellte, der sich dann als guter Bakteriennährboden erwies.

Pathogene Formen der Mundflora.

Unter dieser Bezeichnung wollen wir in engerem Sinne, gemäß den Ausführungen auf S. 513, jene Formen der Mundhöhlenflora einbegreifen, welche zu bestimmten pathologischen Prozessen in sichere Beziehung gebracht werden können oder müssen. Allerdings folgt aus der Anwesenheit größerer Mengen pathogener Keime bei gleichzeitigem Bestande einer Erkrankung, welche durch sie hervorgerufen worden sein könnte, erst dann ihre ätiologische Rolle bei dieser, wenn es gelingt, vor allem auf experimentellem Wege, aber auch durch gehäufte Kasuistik eine solche Rolle zu erweisen.

Gehen wir zunächst auf jene Prozesse ein, welche sich im Bereich der an die Zähne anschließenden Weichteile abspielen, so finden wir am Zahnfleisch sowohl wie an der Pulpa die bekannten entzündlichen Vorgänge, mit denen sich auch Eiterung und Gangräne verknüpfen kann und in deren Gefolge man immer eine von der gewöhnlichen Zahnflora abweichende Zusammensetzung des Bakteriengemenges nachweisen kann. In den einfachsten Fällen handelt es sich um das Überwiegen eines der bekannten Eitererreger, also Staphylo-, Strepto- oder Pneumokokken, gegebenenfalls Gemenge derselben.

Besonderes Augenmerk haben verschiedene Forscher der Pyorrhoea alveolaris zugewendet, und Miller berichtet über eine Reihe selbst ausgeführter Züchtungsversuche im Zusammenhalt mit histologischen Untersuchungen an Schnittpräparaten. Es ergab sich auch hier im wesentlichen wieder nur die Anwesenheit von Staphylokokken, namentlich Staph. pyogenes aureus und albus, daneben auch die des Streptococcus pyogenes; ferner fanden sich noch verschiedene andere Bakterien, Kokken und Bazillen, seltener Leptothrix, die sich an den Schnittpräparaten nachweisen ließen; ein charakteristischer Befund konnte jedoch nicht erhoben werden, und der Autor läßt daher die Frage offen, ob an dem Prozeß nicht vielleicht Bakterien schuld seien, welche künstlich nicht züchtbar sind. Auch die Tatsache, daß in den Zahnbeinkanälchen von durch Pyorrhoea alveolaris verlorengegangenen Zähnen Mikroorganismen gefunden werden, hält der Genannte mit Recht nicht für beweisend, daß sie die Erreger seien, da sich ganz gleiche Befunde an abszedierten, nicht kariösen Zähnen mit resorbierten Wurzeln nachweisen lassen. Mendel hat mit Anaerobiern, aus Alveolarpyorrhöe gezüchtet, bei Meerschweinchen ähnliche Prozesse erzeugt.

In neuerer Zeit versuchen einige Autoren (Evans und Middleton, Baß und Johns, Smith und Barett u. a.), Amöben als Erreger der Pyorrhöe hinzustellen und stützen ihre Angaben (s. o.) durch die Erfolge der Emetintherapie. Von anderen Seiten werden dagegen Spirochäten mit Stütze durch die Erfolge der Salvarsantherapie angeschuldigt, so z. B. Euler. Fischer bestätigt zwar den häufigen Befund besonders der Entamoeba buccalis, läßt aber die Frage der Pathogenität der Mundamöben überhaupt offen, lehnt sie speziell für die Alveolarpyorrhöe ab.

Auch bei gangränöser Pulpitis ist der bakteriologische Befund ein mannigfaltiger und nach keiner Richtung hin charakteristischer. Die Rolle des Bac. gangraenae pulpae (s. o.) ist ja noch keineswegs klar, wenngleich mehrere Autoren (Dobrzyniecki, Arkövi und Cook) ihn gefunden haben wollen. Der letztgenannte fand übrigens diesen Bazillus zugleich mit Staphylococcus pyogenes aureus und albus, Streptococcus pyogenes, Bac. pyocyaneus, Sarcina lutea, Bac. detalis viridans, Bac. pyogenes foetidus, Bac. sputigenus tenuis und Bac. ulna, mithin ein Zusammenwirken verschiedener Arten. In anderen Fällen (Sieberth) bildeten wieder Streptokokken den Hauptbefund, und wenn wir nun aus den verschiedenen Angaben das Gemeinschaftliche herausheben, zeigt sich neuerlich die Beteiligung der eitererregenden Kokken; es ist hiermit jedoch noch nicht erwiesen, daß ihnen etwa eine ausschlaggebende Rolle beim Zustandekommen der Gangräne zuzuerkennen sei, da sich ja keine Regelmäßigkeit im Eintreten dieser beim Vorhandensein jener zeigt. Damit stimmt überein, daß Miller, welcher fand, daß an den Pulpaerkrankungen nicht züchtbare Bakterien hervorragend beteiligt seien, die Angabe macht, die Fäulnisprozesse der Pulpa seien durch verschiedene Bakterien hervorgerufen, und die Fäulnisprodukte seien auch nicht immer dieselben, indem neben Gasen (Ammoniak, Schwefelwasserstoff) noch andere unbekannte auftreten, sowie ferner, daß nach Monier, Rodella, Baumgartner besonders dem Vorkommen obligater anaerober Bakterien eine Bedeutung zukommt. Auch Idmann fand in der Regel bei den im Anschluß an Pulpitis purulenta und Gangraena pulpae auftretenden periostalen Abszessen eine Mischinfektion durch verschiedene Bakterienarten, unter denen obligat anaerobe Bakterien immer anzutreffen waren.

Die gesamten übrigen Weichteilerkrankungen der Mundhöhle lassen sich in zwei Gruppen einteilen, soweit es auf den hierbei zu erhebenden bakteriologischen Befund ankommt. Die eine Gruppe umfaßt alle jene Prozesse, bei welchen derselbe ganz uncharakteristisch ist, wenngleich die Beteiligung der vorhin mehrfach genannten Kokken zweifellos wieder im Vordergrund steht. Die zweite Gruppe stellt durch spezifische Erreger bedingte Erkrankungen dar. Zu ersteren gehören hauptsächlich die verschiedenen phlegmonösen und ulzerösen Stomatitiden, zur zweiten Diphtherie,

Tuberkulose, Syphilis, Gonorrhöe u. dgl. Zwischen beiden Gruppen besteht insofern ein Unterschied, als die Anwesenheit der zur letzteren gehörigen Erreger in der Mundhöhle allein auch ohne das Vorhandensein besonderer Konstitutionsanomalien des betreffenden Individuums schon genügen kann, um, durch an und für sich unwesentliche Momente begünstigt, die charakteristischen Erkrankungen hervorzurufen. Auf die Bedeutung der sogenannten Bakterienträger in dieser Hinsicht ist ja schon früher mehrfach hingewiesen worden. Die Erkrankungen der ersten Gruppe dagegen stellen meist Prozesse dar, welche zu ihrem Zustandekommen wesentlich durch eine herabgesetzte Widerstandsfähigkeit des Organismus im allgemeinen bedingt werden. Eine Ausnahme machen die im Anschluß an Verletzungen etwa eintretenden und durch Bakterien hervorgerufenen Entzündungsprozesse.

Einzelne der durch marantische Prozesse begünstigten Erkrankungen der Mundhöhle zeigen allerdings einen charakteristischen bakteriellen Befund, wie der Soor, die durch eine Sarzine bedingte Stomatomykosis sarcinica u. a. Auch die Vincentsche Angina wäre hierher zu rechnen, da sie im allgemeinen auch schwächliche oder in ihrer Widerstandsfähigkeit geschädigte Individuen betrifft. Über den bakteriellen Befund bei derselben war schon anläßlich der Besprechung der fusiformen Bazillen und der Spirochaete dentium die Rede; hier sei nur noch erwähnt, daß nach den einschlägigen Angaben die letzteren mehr an der Oberfläche des Erkrankungsherdes bleiben und nur die ersteren in die tieferen Schichten eindringen. Der ganze Prozeß hat weitgehende ätiologische Verwandtschaft mit der Noma, dem Wangenbrand oder Wasserkrebs, bei welcher Affektion auch ein ähnlicher bakterieller Befund nachweisbar ist. Wenngleich beide hier in Betracht kommenden Bakterienarten in äußerlich gleicher Form auch normalerweise in der Mundhöhle gefunden werden können, ist dem betreffenden Befund im Falle der genannten Erkrankung doch eine Spezifität zuzuerkennen, da es sich dann geradezu um Reinkulturen dieser beiden Keime handelt.

Über die zur oben erwähnten zweiten Gruppe gehörigen Prozesse ist das Nötigste schon anläßlich der Besprechung der betreffenden als Erreger anzusehenden Keime gesagt worden; es können sonach Wiederholungen an dieser Stelle füglich unterbleiben. Was aber die Beeinflussung der Mundflora durch dieselben in entsprechenden Fällen anlangt, spielt sich dieselbe innerhalb weiter Grenzen ab, so daß es in dem einen Fall nur nach längerem Suchen gelingt, die betreffenden Keime im Speichel zu finden, während in anderen, namentlich wenn es sich um manifeste Erkrankungen handelt, von denen die Bakterienausfuhr in das Mundsekret stattfindet, die normale Mundflora durch die pathogenen Keime geradezu erdrückt oder verdrängt sein kann.

Die Verteilung pathologischer Beimengungen zur Mundflora anlangend, ist es wohl selbstverständlich, daß dieselbe insofern oft keine gleichmäßige ist, als sie sich in der unmittelbaren Umgebung der betreffenden Affektionen am reichlichsten finden; doch vermißt man sie in ausgesprochenen Fällen an keiner Stelle der Mundhöhle, indem ihre Keime selbst in die Höhlen kariöser Zähne ausgestreut werden.

Eintrittspforten pathogener Mundkeime.

Im allgemeinen ist die Mundhöhlenschleimhaut gegen das Eindringen der pathogenen Keime durch ihr Pflasterepithel gut geschützt, wenn wir von gewissen, förmlich ständigen Depotstellen derselben (z. B. Tonsillen) absehen. Zwar finden sich manche Bakterien, die ohne nachweisbare vorausgängige Verletzung des Deckepithels dasselbe zu durchdringen vermögen, vor allem vielleicht im Wege des nach außen gerichteten Transports durch bakterienbeladene Leukozyten, doch tritt dieser Vorgang in der Mundhöhle für gewöhnlich vollständig in den Hintergrund gegenüber dem allgemeinen Infektionsvorgang, der darin besteht, daß zunächst eine Kontinuitätstrennung des Epithels eintritt, worauf dann der Eintritt der Mundbakterien in die freigelegten Gewebsspalten ermöglicht ist; das Scheuern der Zahnkanten spielt hier eine gewisse Rolle, namentlich bei marantischen Individuen.

Sehen wir von künstlich gesetzten Verletzungen ab, ferner von den im vorigen besprochenen entzündlichen Veränderungen der Mundschleimhaut, bleibt noch ein Weg für deren Infektion offen, das ist der der metastatischen Verschleppung pathogener Keime auf dem Blutweg von anderen Stellen des Organismus her. Insbesondere für die Erkrankung der Zahnpulpa scheint diesem Weg eine gewisse Bedeutung zuzukommen, wie auch Baretta experimentell nachweisen konnte, wobei es allerdings, wie auch Miller bemerkt, in jenen Fällen, in denen der Boden schon von vornherein geeignet ist, bei primär kranken oder nekrotischen Pulpen viel leichter zur Infektion derselben kommen wird.

Man hat auch versucht, für die relative Immunität der Mundhöhle gegen die in ihr vorhandenen Keime Erklärungen zu finden, welche noch andere Ursachen heranziehen als den Epithelzustand, doch ohne befriedigenden Erfolg. Daß der Speichel diesbezüglich nicht von wesentlicher Bedeutung ist, haben wir schon früher gesehen. Huggenschmidt sucht daher den Grund in der mechanischen Reinigung (Desquation usw.) und in der Hämozytose. Der wesentlichste Grund liegt aber wohl darin, daß die meisten im Munde vorkommenden Bakterien, selbst wenn sie pathogene Keime darstellen, doch für ihren Träger bereits zu Saprophyten geworden sind, so daß erst eine besondere Ursache vonnöten ist, damit sie eine schädliche Wirkung entfalten können.

Zu den wichtigsten Eintrittspforten der pathogenen Keime gegenüber dem übrigen Organismus, also in Ansehung der Entwicklung sekundärer Lokalisationsstellen für die primär von der Mundhöhle in deren Weichteile eingetretenen Bakterien, gehören zweifelsohne jene Stellen in dieser, von denen aus eine Abfuhr der Mikroorganismen nach außen erschwert ist, also die Zahnalveolen mit ihrem Inhalt sowie das Zahn- und Kieferperiost. Es ist denn auch bereits eine größere Anzahl von Fällen bekannt geworden, worüber übrigens Miller eine bis auf die ältesten Zeiten zurückreichende Zusammenstellung abgefaßt hat, in denen es von einer entzündeten Pulpa aus zur tödlichen Allgemeininfektion gekommen war. Aus dem gleichen Grund ergeben zuweilen scheinbar harmlose Zahnextraktionen (s. gleichfalls Miller) bedenklichste Komplikationen, indem die so gesetzte Verletzung zu einer Infektionsquelle wird.

Im besondern kommen namentlich alle Verbindungswege der Mundhöhle mit anderen Organen als Verschleppungswege und mithin Einbruchspforten für die pathogenen Keime in Betracht. Es läßt sich hierbei unter den einzelnen Bakterienarten insofern ein Unterschied machen, als er durch die gewöhnlichen Formen dieser Erkrankungen bedingt ist; so nimmt der Typhusbazillus seinen Weg in den Darmtrakt, während wieder die Pneumobazillen eine Gefahr für die Atemwege darstellen. In beiden Beispielen soll damit jedoch über die Art dieses Weges, ob unmittelbar oder durch Vermittlung des Lymph- und Blutweges, nichts weiter ausgesagt sein. Die pathogenen Kokken suchen sehr gern die Speicheldrüsenausführungsgänge auf, ferner das Mittelohr im Wege der Ohrtrompete und die Tonsillen, in deren Krypten sie sich gern einnisten. Ja sogar von hohlen Zähnen aus können sie, wie Beobachtungen von Porre und Baker gezeigt haben, chronisch-pyämische Prozesse im Wege der metastatischen Verbreitung auslösen, welche mit der Extraktion der betreffenden Zähne zum Verschwinden gebracht werden können.

Diese letztere Art der weiteren Verbreitung der Mundbakterien spielt überhaupt für eine Reihe Prozesse von hoher pathologischer Bedeutung eine äußerst wichtige Rolle, so vor allen für jene, bei denen die Infektion in der Regel nur auf dem Blutwege vermittelt wird (Meningitiden, gewisse Entzündungen seröser Häute, Herzklappenentzündungen, Appendizitiden usf.). In gewissen Fällen allerdings kann der Weg ein komplizierterer sein, indem z. B. die Erkrankung der Speicheldrüse metastatisch erfolgt, sei es durch ein aus dem Munde stammendes Bakterium, sei es durch ein von anderwärts verschlepptes, und nun erfolgt wieder im unmittelbaren Wege der Drüsenausführungsgänge die neuerliche Bakterienaussaat in die Mundhöhle, oder indem, wie bei der Pest, der an anderer Körperstelle eingedrungene Erreger aus der bakteriämischen Zirkulation aus der Mundhöhlenschleimhaut ausgeschieden wird und von da aus eine Lungenaffektion vermittelt.

Weiter auf diese Frage einzugehen liegt nicht im Rahmen dieser Ausführungen, deren wesentlichster Zweck ja nur darin besteht, einen Überblick über die Zusammensetzung der Bakterienflora der Mundhöhle zu geben, wie sie sich unter normalen und pathologischen Verhältnissen darbietet. Wenn die Beschäftigung mit diesem Gegenstande lange Zeit eine stiefmütterliche gewesen ist und erst in neuerer Zeit eine bessere Beachtung gefunden hat, lag dies an den Schwierigkeiten der Züchtung sowie an der untergeordneten pathogenen Bedeutung der Mehrzahl der eigentlichen Mundbakterien für den Gesamtorganismus. Die Arbeiten aber, welche dem Zusammenhang der Mundflora mit der Karies, der Alveolarpyorrhöe usw. nun schon in größerem Maße gewidmet wurden, lassen jedenfalls erkennen, daß auf diesem Gebiet noch für Theorie und Praxis gleicherweise interessante Aufschlüsse zu gewärtigen sind. Auf die Bekämpfung der pathogenen Mundkeime einzugehen ist hier keine Veranlassung, da dies in die Besprechung der Hygiene des Mundes gehört; wohl aber kann man vom Standpunkt der Bakteriopathologie die Forderung erheben, daß eine richtig geleitete Mundhygiene die Befreiung des Mundes von jenen Keimen mit zu ihren Zielen rechne, welche weniger für diesen selbst als vielmehr für den Gesamtorganismus von gefährlicher Bedeutung sind.

Literatur.

Ahlfeld, Gonorrhoische Entzündung der Mundschleimhaut. Berl. kl. W. 1896.

Anitschkow-Platonow, Über bakterielle Verunreinigung der Mundhöhle bei Kranken. (Russisch.) Ref. in Baumgartens Jahresberichten XIII, 1897.

Arkövy, Experimentelle Untersuchungen über Gangrän an der Zahnpulpa und Wundgangrän. Zbl. f. Bakteriologie XXIII, 1898.

— Untersuchungen über die Pathologie und Therapie des Abscessus chronicus. Österr.-ung. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1898.

— Über Bacillus gangraenae pulpae. Zbl. f. Bakteriologie XXIX, 1901.

Aujeszky, Zur Sporenfärbung des Bacillus gangraenae pulpae. Zbl. f. Bakteriologie XIV, 1898.

Babes, Spindelförmige Bazillen. In Kolle-Wassermann, I. Aufl., 1907.

Baker, Dental Record 1888.

Bass and Johns, Pyorrhea dentalis and alveolaris, specific cause and treatment. Journ. Am. med. Assoc. LXV, 1915.

Baumgarten, Lehrb. d. pathogenen Mikroorganismen. Leipzig 1911.

Baumgartner, Mikroorganismen der Mundhöhle. Österr.-ung. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1910.

— Die tierischen und anaeroben pflanzlichen Protozoen der Mundhöhle des Menschen. Erg. d. ges. Zahnheilk. 1910.

— Bacterium jogenum. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. XXVII, 1910.

— Die Zahnkaries — eine Streptomykose. W. kl. W. 1913.

Beitzke, Über die fusiformen Bazillen. Zbl. f. Bakt. Rf. LXXV, 1915.

Beretta, Mikrobenlokalisationen in der Zahnpulpa auf dem Wege der Blutbahn. Zbl. f. Bakt. LXV, 1915.

Besser, Über die Bakterien der normalen Luftwege. Ziegl. Beitr. VI, 1889.

Beust, Die Leptothricheen des Zahnbelages. Verh. d. V. internat. zahnärztl. Kongr. Berlin 1909.

Biondi, Die pathogenen Mikroorganismen des Speichels. Ztsch. f. Hyg. II, 1887.

Black, Gelatineforming microorganism. Independ. Practioner 1886.

— Transact. III. State Dent. Soc. 1886.

— Indep. Pract. 1887.

Blessing, Die pflanzlichen Parasiten und die durch sie bedingten pathologischen Vorgänge in der Mundhöhle und im Rachen. Zahnärztl. Rundsch. 1911.

Bloch, Die Pathologie und Therapie der Mundatmung. Wiesbaden 1889.

Bollinger, Über eine neue Pilzkrankheit beim Rind. Zbl. med. Wiss. 1877.

Brown, The bacteriology of pyorrhea alveolaris. New York med. Journ. LXXXXII, 1914.

Brunelle and Ginsberg, Endamoeba buccalis and alveolo-dental pyorrhea. New York med. Journ. LII, 1915.

Burckhardt, Untersuchungen über eine menschenpathogene Sarcina tetragena. Ztschr. f. Hyg. LXX, 1918.

Campo, Microorganisms of the mouth of the newborn. Ref. i. Cosmos 1900.

Choquet, Study of certain microbes of dental caries. Th. dent. Rev. 1899.

Cohn, Untersuchungen über Bakterien. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen 1877.

Cook, Bacteriological investigation of pulpe gangren. Th. dent. Rev. 1899.

David, Les microbes de la bouche. Paris 1890.

Dellevie, Transact. intern. med. Congr. Washington 1887.

Demme, Stomatitis aphthosa. 17. Ber. üb. d. Tätigk. d. Jennersch. Kinderspit. in Bern 1880.

— Lokalisation der Tuberkulose im Kindesalter. 26. Ber. üb. d. Tätigk. d. Jennersch. Kinderspit. in Bern 1889.

Dietrich, Bedeutung der Mikroorganismen der Mundhöhle im menschlichen Organismus. Prgr. med. W. 1890.

Dobrzyniecki, Über Leptothrix. Zbl. f. Bakt. XXI, 1897.

— Zwei chromogene Mikroorganismen der Mundhöhle. Ebenda.

— Beiträge zur Bakteriologie der Zahnkaries. Zbl. f. Bakt. XXIII, 1898.

Dörnberger, Über das Vorkommen der Streptokokken in der normalen und kranken Mundhöhle des Kindes. Jahrb. f. Kinderheilk. 1893.

Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena 1909.

Dwueglassow, Zur Kenntnis der Mundhöhlenflora bei Kranken. (Russisch.) Ref. in Baumgartens Jahresber. XIII, 1897.

Edinger, Ein chemischer Beitrag zur Stütze des Prinzips der Selbstdesinfektion. D. med. W. 1895 u. Ber. d. Freiburg. Naturf.-Ges. 1894.

Eggebrecht, Mundtyphusbazillenträger. Münch. med. W. 1916.

Ellermann, Über die Kultur der fusiformen Bazillen. Vorl. Mitt. Zbl. f. Bakt. Orig. XXXVII, 1904.

— Über kleinste Mikroorganismen im menschlichen Speichel. Zbl. f. Bakt. XLII, 1907.

Euler, Salvarsan bei Alveolarpyorrhöen. Ther. Abh. 1919.

Evans and Middleton, Endamebic pyorrhea and its complications. Journ. Am. med. Assoc. LXV, 1915.

Faisztl, Studium der experimentellen Gangrän der Zahnpulpa. Österr.-ung. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1910.

Fischer, Über Mundamöben und ihre pathologische Bedeutung. Zbl. f. allg. Path. XXVIII, 1917.

— und Shen Chen Yu, Mundausbau und Zahnbelag. Arch. f. Schiffs- u. Trphyg. XXII, 1918.

Flügge, Die Mikroorganismen. 2. Aufl. 1886.

Fraenkel A., Bakteriologische Mitteilungen. Ztschr. f. kl. Med. X, 1886.

— E., Über die Anatomie und Ätiologie der Stomatitis aphthosa. Zbl. f. kl. Med. 1888.

Freund, Beitrag zur Kenntnis chromogener Spaltpilze und ihres Vorkommens in der Mundhöhle. I.-Diss. Erlangen 1893.

Frohmann, Morphologie, Biologie und Chemie der in kariösen Zähnen vorkommenden Bakterien. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1906.

Frühwald, Über Stomatitis ulcerosa. Jahrb. f. Kinderheilk. 1889.

Galippe, Die infektiöse arthrodentäre Gingivitis. 1886. Zit. n. Miller.

— et Vignal, Nôte sur les microorganismes de la carie dentaire. C. r. de la soc. d. biol. 1889.

Gaude, Die Spirochäten der menschlichen Mundhöhle. I.-Diss. Königsberg 1919.

Gerber, Spirochäten in den oberen Luft- und Verdauungswegen. Zbl. f. Bakt. Orig. LVI, 1910.

— Weitere Beobachtungen über die Spirochäten der Mundhöhle und ihr Verhalten zu Ehrlich-Hata 606 (Salvarsan). D. med. W. 1910.

— Die nicht spezifischen ulzerösen Erkrankungen der Mundhöhle und Salvarsan. Münch. med. W. 1911.

Über Spirochäten und Spirochätosen in den oberen Luft- und Verdauungswegen. Virch. Arch. CCVII, 1912.

— Die lokalen Spirochätosen der Mundhöhle. Med. Klin. 1917.

Gilbert et Choquet, Sur la présence du colibacille dans la bouche de l'homme sain. C. r. d. l. soc. d. biol. 1895.

Gins, Bacillus fusiformis. In Kolle-Wassermann. 2. Aufl. Bd. V, 1913.

Goadby, Microorganisms in dental caries. Transact. odontolog. Soc. 1899.

— Some points on the aetiology of dental caries. Dental Cosmos 1900.

— Dental caries. Journ. trop. Med. 1902.

— The mycology of the mouth. London 1903.

— The buccal secretions and dental caries. Brit. med. Assoc. 1910. Ref. i. Zbl. f. Bakt. Rf. XLVIII, 1911.

Grasset, Étude d'un champignon pyogène parasite de l'homme. Arch. méd. exp. V, 1893.

Hanau, Über die Entstehung der eitrigen Entzündung der Speicheldrüsen. Ziegl. Beitr. IV, 1889.

Hartmann, Morphologie und Systematik der Amöben. In Kolle-Wassermann. 2. Aufl. Bd. VII, 1913.

— und Mühlens, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Zahnspirochäten. Ztschr. f. Hyg. LV, 1906.

Hesse, Zahnkaries bei Bäckern. D. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1886.

Hopkins, A peculiar mouth bacterium. Journ. Bost. Soc. med. sc. II, 1898.

— Micrococcus subnormalis. Baumgartens Jahresber. 1898.

Howe, Relation of usual symptoms to endamebic infections of nose and mouth. Med. Rec. LXXXVIII, 1915.

Hueppe, Über die Zersetzung der Milch. Mitt. kais. Gesundheitsamts. II, 1884.

Huggenschmidt, Experimental study of the different modes of protection of the oral cavity against pathogenic bakteria. Dental Cosmos 1896.

Idmann, Bakteriologische Untersuchungen von im Anschluß an Pulpitis purulenta und gangraena pulpae entstandenen periostalen Abszessen mit besonderer Berücksichtigung der obligat anaeroben Mikroorganismen. Homen-Arbeiten Helsingfors. N. F. I, 1916.

Jaruntowski, Zur Ätiologie der tuberkulösen Affektionen der Mundhöhle. Münch. med. W. 1895.

Jung, Untersuchungen über die Bakterien der Zahnkaries. I.-Diss. Berlin 1892.

Kantorowicz, Bakteriologische und histologische Studien über die Karies des Dentins. Deutsche Zahnheilk. 1911.

Kast, Über einen Fall von Stomatitis gonorrhoica eines Neugebornen. I.-Diss. Bonn 1894.

Kneise, Die Bakterienflora der Mundhöhle der Neugebornen vom Moment der Geburt an und ihre Beziehungen zur Ätiologie der Mastitis. I.-Diss. Halle 1901.

Kober, Die Verbreitung des Diphtheriebazillus auf der Mundschleimhaut gesunder Menschen. Ztschr. f. Hyg. 1899.

Koch, Untersuchungen über Bakterien. Cohns Beitr. 1877.

— Die Ätiologie der Tuberkulose. Mitt. Ges.-Amts II, 1884.

Koerner, Über den Einfluß des Tabakrauchens auf die Mikroorganismen der Mundhöhle. Verh. D. odont. Ges. VII, 1896.

Kolle, Spirochätenbefunde und Salvarsan bei Alveolarpyorrhöe. Med. Klin. 1917.

— -Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. 1. und 2. Aufl. Jena 1903 ff. und 1912/13.

Kreibohm, Über das Vorkommen pathogener Mikroorganismen im Mundsekret. I.-Diss. Göttingen 1889.

Kretz, Angina und septische Infektion. Ztschr. f. Heilk. XXVIII, 1907.

Küster, Die Flora der Mundhöhle. In Kolle-Wassermann. 2. Aufl. Bd. VI, 1913.

Landau, Über diphtherieähnliche Stäbchen in der normalen Mundhöhle und ihre Beziehungen zur Leptothrix. Berl. kl. W. 1916.

Leber und Rottenstein, Über die Karies der Zähne. Berlin 1867.

Leeuwenhoek, Opera omnia sive arcana naturae ope microscopiorum exactissime detecta. 1722.

Lewkowicz, Recherches sur la flore microbienne des nourissons. Arch. méd. exp. XIII, 1901.

— Über die Reinkulturen des fusiformen Bazillus. Zbl. f. Bakt. Orig. LXI, 1906.

Leyden, Ein Beitrag zu der gonorrhoischen Mundaffektion der Mundhöhle bei Neugebornen. Zbl. f. Gyn. 1893.

Löffler, Untersuchungen über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung von Diphtherie beim Menschen, bei der Taube und beim Kalb. Mitt. kais. Ges.-Amts Berlin II, 1884.

Löwenthal, Zur Kenntnis der Mundspirochäten. Med. Klin. 1908.

Luckett, A case of tetanus with point of infektion of the cavity of a tooth. Med. Rec. LXXVII, 1910.

Mandolfo, Sulla presenza di bacilli di Eberth nella bocca dei tifosi. Rif. med. 1914.

Markoff, Putride, durch einen bisher unbekannten Anaerobier, Bacillus anaerobius haemolysans, verursachte Mundinfektion. Zbl. f. Bakt. Orig. LXXVII, 1916.

Martinotti, Über die Einwirkung der Sulfozyanate auf den Verlauf einiger Infektionen. Zbl. f. Bakt. XIX, 1896.

Mayrhofer, Prinzipien einer rationellen Therapie der Pulpagangrän. Jena 1909/10, 1. Ergh.

Mayrhofer und Ballner, Bakteriologische Nachprüfung der zahnärztlichen Therapie bei Pulpagangrän. Wr. kl. W. 1908.

Mendel, Pyorrhée alvéolaire expérimental. S. v. Soc. biol. LXXX, 1917.

Metnitz, Über Kieferanktinomykose. Österr.-ung. Vierteljahrssch. f. Zahnheilk. 1894.

Miller, Über die Schnelligkeit, mit welcher verschiedene Antiseptica in das Zahnbein eindringen, respektive dasselbe sterilisieren. Verh. d. odontol. Ges. II, 1891.

— Vergleichende Untersuchungen über den Wert verschiedener Antiseptica bei der Behandlung kranker Zähne. Ebenda.

— Die Mikroorganismen der Mundhöhle. 2. Aufl. Leipzig 1892.

— Einleitung zum Studium der Bakteriopathologie der Zahnpulpa. 1894.

— On a pathogenic yeast-fungus found in the oral. Dental Cosmos 1900.

— Über eine scheinbare pathogene Wirkung der Spirochaete dentium. D. med. W. 1906.

Milner, Studii relative alla immunità della bocca umana. Lo stomatol. 1903.

Mitchall, Calpepper and Ayer, Endameba buccalis in the mouth of institutional children. Journ. med. Res. XXXV, 1915.

Monier, Contribution à l'état pathogénique des infections dentaires. Thèse. Paris 1904.

Mucha, Ein Beitrag zur Kenntnis der Bakterienflora der Mundhöhle. Ztschr. f. kl. Med. LXII, 1907.

Mühlens, Über die Züchtung von Zahnspirochäten und fusiformen Bazillen auf künstlichen (festen) Nährboden. D. med. W. 1906.

— Vergleichende Spirochätenstudien. Ztschr. f. Hyg. LVII, 1906.

— Über die Züchtung von anaeroben Mikroorganismen der Mundhöhle (u. a. Spirillum sputigenum). Zbl. f. Bakt. Orig. XLVIII, 1909.

— und Hartmann, Über Bacillus fusiformis und Spirochaete dentium. Ztschr. f. Hyg. LV, 1906.

Müller, Bakteriologische Untersuchungen über die Edingerschen Rhodanate. Zbl. f. Bakt. XVII, 1895.

Mummery, Susceptibility and immunity to dental caries. Brit. med. Assoc. 1910. (Rf. i. Zbl. f. Bakt. Ref. XLVIII, 1911.)

Netter, De la méningite due au pneumocoque (avec ou sans pneumonie). Arch. gén. de méd. 1887.

— Recherches bactériologiques sur les otites moyenns aigues. Ann. des malad. des oreilles 1888.

— Microbes pathogènes contenues dans la bouche de sujets sains. Rev. d'hyg. XI, 1889.

Niedergesäß, Anatomische, bakteriologische und chemische Untersuchungen über die Entstehung der Zahnkaries. Arch. f. Hyg. LXXXIV, 1915.

Noguchi, Cultural studies on mouth spirochaete (Treponema microdentium and macrodentium). Journ. Exp. med. XV, 1912.

— Treponema mucosum (new species), a mucin-producing spirochaeta from pyorrhoea alveolaris. grown in pure culture. Journ. exp. med. XVI, 1912.

Odenthal, Kariöse Zähne als Eingangspforte infektiösen Materials und Ursache chronischer Lymphdrüsenschwellungen am Halse. I.-Diss. Bonn 1887.

Ozaki, Zur Kenntnis der anaeroben Bakterien der Mundhöhle. Zbl. f. Bakt. Orig. LXII, 1912; LXXVI, 1915.

Park, A pecular abscess, pus from which contained the micrococcus tetragenus. Med. News 1888.

Partsch, Die Zähne als Eingangspforte der Tuberkulose. D. med. W. 1904.

Pasini, Nachweis der Spirochaeta pallida in den Zahnkeimen bei hereditärer Syphilis. Österr. Ztschr. f. Stomatologie 1908.

Paul, Zur Pathogenität der fusiformen Bazillen und der Mundspirochäten. Verh. d. V. internat. med. Kongr. Berlin 1909 (ersch. 1912).

Perutz, Über einen Fall von Gingivitis gonorrhoica. Derm. Ztschr. LXVI, 1918.

Plaut, Studien zur bakteriologischen Diagnostik der Diphtherie und der Anginen. D. med. W. 1894.

— Über die Geißeln bei fusiformen Bazillen. Zbl. f. Bakt. Orig. XLIV, 1907.

Podbielskij (russisch). Ref. in Baumgartens Jahresber. VII, 1891, und im Zbl. f. Bakt. IX, 1890.

Ponfik, Die Aktinomykose des Menschen. Berlin 1882.

Porre, Transact. intern. med. Congr. Washington 1887.

Preiswerck, Die Pulpaamputation — eine klinische, pathologisch-histologische und bakteriologische Studie. Österr.-ung. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1901.

Prowazek, Entamoeba buccalis. Arb. kais. Ges.-Amts XXI, 1906.

— Vergleichende Spirochätenuntersuchungen. Ebenda XXII, 1907.

Purjesz und Pari, Über das Vorkommen der Typhusbazillen in der Mundhöhle bei den Typhuskranken. Wr. kl. W. 1912.

Rapin, Des bactéries de la bouche à l'état normal et dans la fièvre typhoide. 1881.

Repaci, Contribution à l'étude de la flora microbienne anaérobique de la bouche de l'homme à l'état normal et pathologique. C. r. d. l. Soc. d. biol. 1909.

— Contribution à la connaissance des »microbes spirales de la bouche«, culture, isolement et étude de quelques types. Ann. Inst. Past. XXVI, 1912.

Robin, Des végétaux, qui croissent sur les animaux vivants. Paris 1847.

Rodella, Über anaerobe Mundbakterien und ihre Bedeutung. Arch. f. Hyg. LIII, 1905.

— Einiges zur Technik der bakteriologischen Untersuchung der Mundhöhle. Zbl. f. Bakt. XXXVII, 1904.

Röse, Die pflanzlichen Parasiten der Mundhöhle und ihre Bekämpfung. Sitzber. Ges. Morph. Phys., München 1899.

Roger, Un nouveau streptocoque buccal. Presse méd. 1909.

Rosenthal, Beitrag zur Kenntnis der Bakterienflora der Mundhöhle. I.-Diss. Erlangen 1893.

Rosinski, Über gonorrhoische Erkrankung der Mundschleimhaut bei Neugebornen. Ztschr. f. Geb.-Gyn. XXII.

Ruff, Pyorrhea alveolaris. Preliminary report etc. Publ. Health rep. XXXI, 1916.

Rumpel, Über epidemisches Auftreten von eitriger Stomatitis. M. m. W. 1916.

Sanarelli, Der menschliche Speichel und die pathogenen Mikroorganismen der Mundhöhle. Zbl. f. Bakt. X, 1891.

Scheff, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. Aufl. 1884.

Schliferowitsch, Über Tuberkulose der Mundhöhle. D. Ztschr. f. Chir. XXVI, 1887.

Schottmüller, Streptokokkenaborte und ihre Behandlung. (Allgemeine Bemerkungen über Streptokokkeninfektionen.) Münch. med. W. 1911.

Sebileau, Deux observations de gangrène grave de la bouche. Rev. d. Stomat. 1899.

Seitz, Die Alveolarpyorrhoe. Med. Kl. 1919.

Sieberth, Die Mikroorganismen der kranken Zahnpulpa. I.-Diss. Erlangen 1900.

— Zur Ätiologie der Pulpitis. Zbl. f. Bakt. XXVII, 1900.

Smith and Barett, The parasit of oral entamoebiasis. Entamoeba gingivalis (Gros). Soc. Am. Bacteriol. Rf. i. Zbl. f. Bakt. Ref. LXIII, 1915.

Thibaudeau, Spirochetes in the mouth. Journ. Am. med. Assoc. LIX, 1912.

Triolo, Azione della saliva sui batteri. Lav. Ist. d'Ig. Palermo III, 1897. Rf. i. Zbl. f. Bakt. XXIV, 1899.

Tunicliff, Identity of fusiform bacilli and spirilla. Journ. inf. dis. III, 1906.

Veillon, Sur un micrococque anaérobique, trouvé dans des suppurations fétides. C. r. d. l. Soc. d. biol. 1893.

— und Zuber, Sur quelques microbes strictement anaérobies et leur rôle dans la pathologie humaine. C. r. d. l. Soc. d. biol. 1897.

— Recherches sur quelques . . . (etc. wie vorhin). Arch. méd. exp. 1898.

Verneuil und Clado (zit. n. Miller, D. med. W. 1906).

Vignal, Recherches sur les microorganismes des matières fécales et sur leur action sur les substances alimentaires. Arch. d. physiol. 1886.

— Recherches sur les microorganismes de la bouche. Ebenda.

Vincent, Sur une forme particulière d'angine diphthéroie (angine à bacille fusiforme). Bull. et mém. soc. méd. Paris 1898.

— Recherches bactériologiques sur l'angine à bacilles fusiformes. Ann. Inst. Past. XIII, 1899.

— La symbiose fuso-spirillaire. Ann. dermat. syphiligr. VI, 1905.

— Sur la non-identité du bacille fusiforme et du Spirillum sputigenum. C. r. d. l. oc. d. biol. LVIII, 1905.

Vincentini, Nuovi studi batteriologice sugli sputi, sulla morfologia e biologia delle microbi boccale. Estr. degli Atti 1890.

— Della Leptothrix racemosa. Atti R. ac. med.-chir. Napoli 1893.

Washbourn and Goadby, Some points in connection with the bacteria of the mouth. Transact. of odont. soc. Gr. Brit. 1896.

Weawer and Tunicliff, The occurenc of fusiform bacilles and Spirilla in connection with morbid process. Journ. inf. dis. 1905.

Weichselbaum, Über seltenere Lokalisationen des pneumonischen Virus (Diplococcus pneumoniae). Wr. kl. W. 1888.

— Über eine von einer Otitis media ausgehende und durch den Bacillus pneumoniae (Friedländer) bedingte Allgemeininfektion. Monatsschr. f. Ohrenheilk. 1888.

Widal et Besançon, Les streptocoques de la bouche normal et pathologique. Sem. méd. 1894.

Williams, A contribution to the bacteriology of the human mouth. Dent. Cosmos 1899.

—, Sholly, Rosenberg and Mann, Significance and prevention of amebic infections in the mouth of children. Journ. Am. med. Assoc. LXV, 1915.

Zaufal, Mikroorganismen im Sekret der Otitis media acuta. Prgr. m. W. 1887.

— Zur Behandlung der akuten Mittelohrentzündung mit Berücksichtigung der bakteriologischen Forschungsergebnisse. Prgr. med. W. 1890.

Zilz, Die lokale Salvarsanbehandlung mit Berücksichtigung der Spirochätenerkrankungen im Bereich der Mundhöhle. Münch. m. W. 1911.

— Die phthisiogenetische Bedeutung der Zahnwurzelzysten. Beitr. Kl. Tub. XXII, 1912.

— Wie wehrt sich der Organismus gegen die Verseuchung durch die in kariöse Zähne gelangenden Tuberkelbazillen? Öst. Ztsch. f. Stomat. 1913.

Dentition.

Von

weiland **M. Eichler**[1].

Unter Dentition oder Zahnen versteht man die Entwicklung, das Wachstum und das Hervortreten der Zähne. Da aber die beiden ersteren Abschnitte an anderer Stelle dieses Werkes ihre Bearbeitung gefunden haben, so werden wir mit jener Phase in der Entwicklung der Milchzähne beginnen, in der sie bereits die Form und Gestalt erreicht haben, die sie befähigen, ihren Ort im Kiefer zu verlassen und ihre endgültige Stellung einzunehmen.

Man unterscheidet eine erste, zweite und nach manchen Autoren auch eine dritte Dentition, die aber, wie wir später nachzuweisen versuchen werden, als eine verspätete zweite Dentition zu betrachten ist.

Die Zeit des Zahndurchbruches ist sehr verschieden und hängt, wie Ludwig Fleischmann[2] nachweist, nicht nur von der Konstitution und Ernährung, sondern auch von der Rassenzugehörigkeit und dem Klima ab. Kräftige und gesunde Brustkinder zahnen früher als kränkliche und schwächliche. Bei den englischen Kindern fand Whitehead unter 763 gut entwickelten Kindern im siebenten Monat bei 502 die ersten Zähne, also bei 66%, während bei schlecht genährten und ebenso entwickelten Kindern die ersten Zähne um diese Zeit bei nur 125 von 435 (= 28%) gefunden wurden.

Während die Mehrzahl der kräftigen Kinder in Manchester im 6.—7. Monat zahnten, kam dies bei schwächlichen im 10.—12. Monat vor; demnach beginnt nach Whitehead die Zahnung durchschnittlich im 8. Monat, während West[3] den 7. Monat festsetzt. Das Ende der ersten Dentition liegt durchschnittlich zwischen dem 24. und 30. Monat. Aus der von Whitehead[4] aufgestellten Tabelle können wir auch ersehen, daß das frühe Zahnen keineswegs durchweg, wie man gewöhnlich anzunehmen pflegte, ein günstiges Zeichen für die kräftige Konstitution des Kindes ist, und, wie wir gleich hinzufügen wollen, spätes Zahnen nicht im allgemeinen den Schluß auf schwächliche Konstitution zuläßt.

---

[1] Durchgesehen und vermehrt von Jul. Scheff. — [2] Fleischmann L., Klinik der Pädiatrik. — [3] West, Pathologie und Therapie der Kinderkrankheiten, 1872. — [4] Fleischmann L., S. 76.

Whitehead fand nämlich bei 38 Kindern von schwächlicher Konstitution und Ernährung schon im 2.—4. Monat die ersten Zähne, bei denen jedoch die nächsten Zähne erst spät, ja sogar bei einem erst gegen Ende des zweiten Jahres durchbrachen.

Auch aus der von Woronichin für Petersburg und dessen Umgebung aufgestellten Tabelle erkennen wir, daß auch dort die Konstitution und Ernährung einen entschiedenen Einfluß auf das Zahnen ausüben, während das Geschlecht bedeutungslos ist. Nach Woronichin zahnen die gut genährten, nicht rachitischen Kinder durchschnittlich im achten Monat.

In diesem Monat hat von den kräftigen Kindern bereits mehr als die Hälfte Zähne, während die schlecht genährten durchschnittlich erst im neunten Monat das Zahngeschäft beginnen. Nach den Erfahrungen von Scheff, die sich auf die Beobachtungen von 300 Säuglingen stützen, erfolgt der Durchbruch der ersten Milchzähne zwischen dem 6.—8. Monat. Anderseits hat er bei kräftig entwickelten Kindern, sonderbarerweise meistens bei Mädchen, den Durchbruch der ersten Milchschneidezähne erst im 12., 16., 18. und sogar im 20. Monat beobachtet. Andere Autoren aus den höheren Breitegraden haben ähnliche Beobachtungen zu verzeichnen. Da vom Beginn der Dentition auch wieder das Ende derselben abhängt, so werden wir uns, wenn wir ceteris paribus bei Kindern südlicher Breitegrade im großen und ganzen einen früheren Anfang und ein früheres Ende der Dentition annehmen müssen, nicht wundern dürfen, daß wir bei den deutschen, englischen und französischen Autoren die verschiedensten und sich häufig widersprechenden Zahlen über Anfang und Ende der Dentition finden. Für unsere Breitegrade werden wir für den Beginn der Dentition im allgemeinen den achten Monat festzusetzen haben, während für die südlichen Breitegrade eine frühere Zeit, etwa der sechste Monat, als Durchschnitt festgehalten werden muß. Daß aber auch die Rassenzugehörigkeit sowie das Klima auf die Zeit des Durchbruchs einen Einfluß ausüben, glaubt Ludwig Fleischmann aus dem von ihm gesammelten Material schließen zu dürfen. Nach ihm sollen z. B. gesunde Kinder romanischer Abkunft durchschnittlich früher zahnen als Kinder deutscher oder angelsächsischer Rasse, und ebenso ist nach ihm das Klima wie auf die Entwicklung des Körpers im allgemeinen so auch auf die Dentition im speziellen von Einfluß.

Mechanismus des Durchbruchs der Zähne[5].

Das Emporsteigen des Zahnes charakterisiert sich mechanisch als ein Bewegungsvorgang und setzt sich, wie jeder Bewegungsvorgang überhaupt, aus einer reinen Ortsveränderung, das heißt einer Parallelverschiebung, und einer Lageänderung, beziehungsweise einer Drehung zusammen.

[5] Vgl. hierzu Zuckerkandl, 3. Aufl., S. 194ff.

Es entsteht für uns die Aufgabe, diesen Vorgang zu erklären, das heißt die ihn veranlassenden Faktoren aufzusuchen und anzugeben. Dazu gehören in erster Linie diejenigen Erscheinungen, die dem zu erklärenden Vorgang vorhergehen, und die nach physikalischen Gesetzen vorhergehen müssen, um ihn zu ermöglichen. Diese notwendig vorhergehende Erscheinung bezeichnet man als die Ursache. Es gibt nach dieser Definition stets eine unendliche Reihe von Ursachen; man betrachtet indessen einen Vorgang dann als erklärt, wenn man seine unmittelbaren und nächstliegenden Ursachen sowie die dabei wirkenden Kräfte kennt. Sollte es uns gelingen, hierbei auf mechanische Kräfte, von denen in unserem Fall wohl nur Druckkräfte in Betracht kommen können, zu stoßen, so würden wir eine mechanische Erklärung des Zahndurchbruchs gewonnen haben, wie sie ganz allgemein das Ideal und das Ziel der Naturerklärung überhaupt darstellt. Es ist daher auch fast stets das Bestreben der Forscher, die sich mit der Dentition befaßten, gewesen, solche Druckkräfte aufzusuchen. Wenn dieses Ziel aber nicht erreichbar sein sollte, so müßten wir uns damit begnügen, auf jene unerklärlichen Eigenschaften der lebendigen Substanz, die in den Lebensvorgängen überhaupt, speziell im Wachstum, in die Erscheinung treten und die in ihrer besonderen Wirkungsweise durch die Vererbung bestimmt sind, zu erforschen. Man spricht alsdann von physiologischen Kräften und Vorgängen, im Gegensatz zu den mechanischen.

Zur Erklärung der Dentition sind die verschiedensten Theorien ersonnen worden. Um über deren verwirrende Menge eine Übersicht zu gewinnen, kann man sie nach der Stelle anordnen, an der sie die wirksamen Kräfte lokalisieren. Während nämlich die einen Forscher die austreibenden Kräfte in den Zahn selbst verlegen, glauben andere, sie außerhalb desselben suchen zu müssen. Sofern nun die Kräfte im Zahn selbst liegen, werden sie durch das Wachstum desselben erzeugt, und zwar, da erfahrungsgemäß das Kronenwachstum nicht in Betracht kommt, speziell durch das Wurzelwachstum. Auf diese Annahme gründen sich die Wurzeltheorien. Hierbei bot sich nun die Möglichkeit, entweder das appositionelle Wachstum, das am apikalen Ende der den Keim umgebenden Dentinhülse erfolgt, als den Ursprung der Druckkräfte anzusehen (sogenannte Wurzeldentintheorie von Wedl[6] und Calembrun-Mercure[7], früher auch einfach Wurzeltheorie genannt), oder aber man betrachtet das Pulpawachstum als das entscheidende Moment. Auf diese Weise entstand die sogenannte Wurzel-Pulpa-Theorie oder kürzer Pulpatheorie (Hunter[8], Eichler[9], Wallisch[10], Zuckerkandl[11], Walkhoff[12], Kallhardt[13]).

---

[6] Pathologie der Zähne. Leipzig 1870. — [7] Korrespondenzblatt für Zahnheilkunde 1882. — [8] Natural history of human teeth. London 1771, Leipzig 1788. — [9] Der Durchbruch der Zähne. Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. 1900. — [10] v. Bobich, 3. Aufl. — [11] Selenka, 4. Lief. Wiesbaden 1902. — [12] Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. 1904. — [13] D. Vierteljahrsschr. 1877.

Zu den Forschern, die die wirkenden Kräfte außerhalb des Zahnes annehmen, gehört Baume[14], der sie in dessen allernächste Umgebung verlegt, indem er nämlich Granulationen und Knochenneubildungen auf dem Boden der Alveole als den austreibenden Faktor betrachtet. Nessel und nach ihm Albrecht betrachteten jedoch die weitere Umgebung des Zahnes, das heißt den Kieferknochen überhaupt in seinem Kontraktionsvermögen als das das Emporsteigen bewirkende Agens. Später glaubte man die wirkenden Kräfte noch weiter vom Zahn entfernt annehmen zu müssen. So führt Berten die Dentition auf den Muskeldruck zurück, Robin endlich bringt sie in Zusammenhang mit dem Kauakt.

Ganz im Gegensatz zu diesen Forschern, die eine mechanische Erklärung für möglich halten, stellt sich Adloff, der eine solche Möglichkeit aufgibt und alles auf rein physiologische, das heißt in ihren einzelnen Stufen unerkennbare Wachstumsvorgänge des lebenden Protoplasmas zurückführen möchte.

Zur leichteren Übersicht über diese Theorien möge folgende, nach den Kräften angeordnete Tabelle dienen:

Wirkende Ursachen der Dentition			
	Mechanische Kräfte	Im Zahn erzeugte Kräfte (Wurzelwachstum)	Wurzeldentinwachstum (Wedl, Calembrun-Mercure),
			Wurzelpulpawachstum (Hunter, Zuckerkandl, Eichler, Wallisch, Walkhoff, Kallhardt).
		Außerhalb des Zahnes erzeugte Kräfte	Granulationen auf dem Alveolenboden (Baume),
			Kontraktilität des Kieferknochens (Nessel, Albrecht),
			Muskeldruck (Berten),
			Kaudruck (Albrecht, Robin).
	Physiologische Kräfte (Adloff).		

So interessant es auch wäre, die Bedeutung dieser einzelnen Arbeiten für die historische Entwicklung unserer Kenntnis von dem Wesen des Zahndurchbruchs genauer darzulegen, würde doch ein tieferes Eingehen hierauf den durch die Zwecke dieses Buches gegebenen Rahmen überschreiten.

Bei den mannigfachen Kontroversen über die wirkenden Ursachen der Zahnbewegung erschien es mir (Eichler), um über sie begründete Anschauungen aufstellen zu können, unerläßlich, diese Ortsveränderung selbst in ihren Gesetzmäßigkeiten möglichst exakt zu beobachten, was nur durch Messungen, verbunden mit kritischen Interpretationen, geschehen konnte.

[14] D. zahnärztl. Wochenschr. 1900.

Zu meiner dieserhalb angestellten Untersuchung lag mir folgendes Material vor:

1. Unterkiefer eines acht Monate alten Fötus.
2. Unter- und Oberkiefer eines Neugebornen.
3. Unterkiefer eines neun Monate alten Kindes.
4. Unterkiefer eines einjährigen Kindes.

Die genannten Objekte wurden in der Weise für die mikroskopische Untersuchung vorbereitet, daß sie zunächst ein bis zwei Tage in einer gesättigten wässerigen Pikrinsäure fixiert und gehärtet wurden. Aus dieser

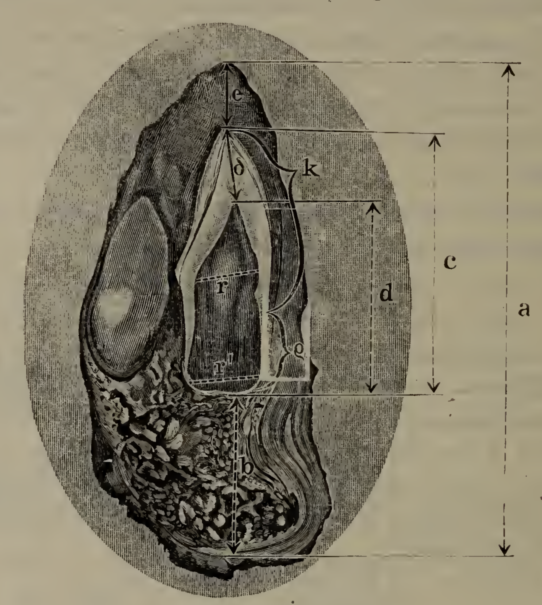


Fig. 199. Präparat 3.

Frontalschnitt durch den Unterkiefer eines 9 Monate alten Kindes. Gegend des rechten unteren lateralen Incisivus.

kamen sie zum Zweck der Entkalkung in eine 5%ige Salpeter-Pikrinsäurelösung, in der sie je nach der Stärke 20—30 Tage bis zur völligen Entkalkung liegen blieben. Nach dem gehörigen Auswässern kamen sie in allmählich höher angesetzten Alkohol (30—100%). Endlich wurden sie in Zelloidin eingebettet und mit dem Mikrotom in Serienschnitte zerlegt. Zur Färbung der Präparate benutzte ich Boraxkarmin oder Hämatoxylin.

Meine Untersuchungen erstreckten sich bloß auf die Incisivi, wobei ich für die in der Tabelle angeführten Maße jedesmal das Mittel aus 40—50 Serienschnitten nahm.

Fig. 199 stellt den Frontalschnitt eines Incisivus dar; die in ihr gebrauchten Bezeichnungen gelten allgemein. Es bedeutet nämlich:

a die Entfernung von der Schleimhaut bis zum unteren Kieferrand;

b die Entfernung des Zahnkeims vom unteren Kieferrand;

c die Größe des Zahnkeims;

d Größe des Dentinkeims;

e Entfernung der Schneidefläche von der Mundschleimhaut;

δ Dicke des fertigen Dentins, von der Schneide bis zur Pulpa gemessen;

o Weite des Alveolareingangs, welcher im Präparat 3 fehlt;

r^1 Breite des Dentinkeims an der Basis;

r Breite des Dentinkeims, in der Höhe des Zahnhalses gemessen;

k Länge der fertiggebildeten Krone (labial gemessen);

ρ Länge der gebildeten Wurzel[15].

Die folgende Tabelle bringt eine Zusammenstellung der wichtigsten Maße, und zwar immer vom rechten zentralen Incisivus.

Präparat	d	δ	c	e	$c+e$	o	a	b
1 . .	2·9	0·6	3·5	0·42	3·92	2·14	9	3·24
2 . .	3·3	0·88	4·0	2·06	6·06	2·4	11	4·00
3*a* . .	8·9	2·3	10·5	—	10·5	2·95	19	8·50
4*a* . .	7·5	1·6	9·25	0·88	10·13	2·06	18·5	7·6

Diese Tabelle läßt außerordentlich interessante Schlüsse zu. Zunächst ergibt sich das überraschende Resultat, daß die Zahl $c+e$, absolut genommen, auf das Vierfache steigt, was bereits Zuckerkandl konstatiert hat. Mit anderen Worten, die Alveole verlegt ihren Boden um ein ganz bedeutendes nach unten. Wie erklärt sich dies? Resorptionsvorgänge am Boden treten in dieser Entwicklungsperiode noch nicht auf; im Gegenteil werden hier Knochenneubildungen beobachtet. Es bleibt also nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß in den Kieferpartien seitlich von der Alveole in vertikaler Richtung ein Knochenwachstum stattgefunden hat. Die Wirkung dieses Knochenwachstums würde noch weit stärker sein, wenn nicht die auf dem Boden der Alveole stattfindende Knochenneubildung ihm entgegenwirkte. Doch ist diese zu schwach, als daß sie die nach unten gerichtete Tendenz aufheben könnte. Trotz dieser nach unten gerichteten Tendenz

[15] Die Messung dieser Zahl kann auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch erheben, da die oberen und unteren Grenzen schwer zu beobachten waren.

sinkt der Zahn nicht fortwährend tiefer in den Kiefer hinein, sondern er steigt vielmehr heraus, wie das durchgängige Abnehmen der Zahl e erkennen läßt. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß die ganze Länge des Zahnes c, wie aus der Tabelle hervorgeht, zunimmt. Dieses Zunehmen setzt sich wieder aus zwei Komponenten zusammen, aus dem Wachstum des Dentinkeims, das wir aus der Zahl d entnehmen, und aus dem Wachstum der Dentinhaube, dem die Zahl δ entspricht. Diese beiden Wachstumsvorgänge sind also entscheidend für das Aufsteigen des Zahnes. Doch beteiligen sich beide Faktoren, wenigstens absolut gemessen, nicht in gleicher Weise, denn das Pulpawachstum (6 *mm*) ist etwa 3·5 mal so groß als das der Dentinspitze (1·7 *mm*).

Die Knochenneubildungen auf dem Boden der Alveole in gleicher Weise zu messen ist nicht möglich, da sich hier ein fester Punkt, von dem man die Messungen hätte vornehmen können, nicht angeben läßt. Dieser Umstand bietet überhaupt einige Schwierigkeiten für die Messung dar, da ja an dem wachsenden Kiefer besonders in der Fetalperiode und in den ersten Lebensjahren alles in fortlaufendem Fluß ist und es strenggenommen mangels eines fixen Punktes unmöglich ist, die Veränderung im strengsten Sinn absolut zu messen. Es genügt, wenn wir die Entfernung des Zahnes von der Kieferoberfläche messen und diese in ihrer Veränderung verfolgen. Die Entfernung des Alveolarbodens von der Kieferbasis und ihre Änderung als Maß für die Knochenneubildungen am Alveolarboden zu betrachten, halte ich nach eingehenden Untersuchungen heute nicht mehr für angängig; denn diese Größe ist auch noch von einem appositionellen Wachstum an der Kieferbasis abhängig, das mit den Zahnbewegungen nicht das geringste zu tun hat. Wir müssen demnach darauf verzichten, die besagte Knochenneubildung durch exakte Messungen zu verfolgen.

Aus der Kolonne für o läßt sich ferner noch erkennen, daß die Angaben von John Tomes, nach denen sich der Alveoleneingang vor dem Durchbruch der fertiggebildeten Krone erweitern müsse, unzutreffend sind. Zwar läßt sich ein geringfügiges Wachstum von o zwischen dem ersten und letzten Kiefer nicht in Abrede stellen, indessen läßt sich daraus die von Tomes gemachte Behauptung nicht erschließen, da gleichzeitig und in noch viel stärkerem Maße alle übrigen Teile gewachsen sind.

Die Faktoren, die den Zahn nach außen bewegen beziehungsweise seine Spitze der Kieferoberfläche nähern, sind somit folgende:

1. Das Wachsen des Dentinkeims (Pulpawachstum).
2. Höhenwachstum der Dentinhaube.
3. Knochenneubildung auf dem Boden der Alveole.

Symptome des normalen Durchbruchs.

Das Zahnfleisch des Kindes vor der ersten Dentition ist hart und zeigt einen nach außen umgebogenen scharfen Rand, die sogenannte Cartilago gingivalis. Diese erweicht beim Herannahen des Durchbruchs, wird dünner und dünner und gestattet endlich dem Zahn den Durchtritt. Bevor dieser jedoch erfolgt, sehen und fühlen wir im Zahnfleisch deutlich eine der Form der Krone entsprechende Zahnfleischerhöhung, die sogenannte Zahnpille. Außer dem Einschießen der Zahnpille gibt es noch andere für den Zahndurchbruch charakteristische Symptome, die das Zahnen regelmäßig zu begleiten pflegen, so z. B. das Einführen der Finger oder harter Gegenstände in den Mund, die Begierde, auf alles zu beißen, und vor allen Dingen die starke Speichelabsonderung.

Die Einführung der Finger in den Mund geschieht aber auch zu einer Zeit, wo vom Durchbruch noch keine Rede ist, während das Beißen auf feste Gegenstände eher die Annahme eines lokalen Reizes gerechtfertigt erscheinen läßt. Über die starke Speichelsekretion ist folgendes zu sagen:

Nach den Untersuchungen von Ritter, Courboret, dann Korowin und anderen ist die Menge des Speichels, wie beiläufig erwähnt sein mag, eine sehr geringe. In den ersten Wochen erhielt Korowin nur wenige Tropfen, in den ersten zwei Monaten nach 15—30 Minuten kaum mehr als 30 *cm*³. Nach dieser Zeit nimmt die Sekretion auffallend zu. Nach dem vierten Monat und später ist sie so groß, daß der Speichel aus dem Mund herausfließt.

Daß aber die Speichelsekretion mit dem Durchbruch nicht kausal, sondern höchstens temporär verknüpft ist, geht daraus hervor, daß Kinder, die gut genährt und entwickelt sind, manchmal erst im zehnten oder elften Monat oder auch später das Zahngeschäft beginnen, zu einer Zeit also, wo schon längere Zeit — schon seit dem sechsten Monat — deutliche Zunahme der Speichelsekretion bestanden hat. Daß besonders im sechsten Monat, also zur Zeit des durchschnittlichen ersten Zahndurchbruchs, der Speichel stärker zu fließen beginnt, führt Fleischmann darauf zurück, daß der Säugling in dieser Zeit schon seinen Kopf aufrecht hält, der gebildete Speichel also, der in liegender Stellung sonst hinuntergeschluckt wurde, jetzt aus dem Mund fließt. Da sich gut und kräftig entwickelte Kinder früher aufrecht halten können, so sieht man auch bei ihnen den Speichel früher und reichlicher, oft aber mit dem ersten Durchbruch zur gleichen Zeit fließen, ohne daß aber beide Erscheinungen in ursächlicher Beziehung zueinander ständen. Die krankhaften Erscheinungen in der Mundschleimhaut, die zufällig das Zahnen begleiten, werden an anderer Stelle eingehend behandelt werden.

Außer diesen rein lokalen Erscheinungen will man bei der Dentition auch einige allgemeine Symptome beobachtet haben. Die Kinder sollen verdrießlich, unruhig und verstimmt sein, was jedoch nur einige Tage dauert, mit dem Durchbruch des Zahnes aber in keinem kausalen Zusammenhang steht. Diese allgemeinen Symptome wären stärker beim Durchbruch der Backenzähne, weniger oder gar nicht bei dem der Schneidezähne vorhanden.

Das Auftreten von Diarrhöen, Husten, Hautausschlägen, Augenerkrankungen, Harnbeschwerden usw. im Zusammenhange mit der Dentition wird heute bestritten. Diese Komplikationen als Folge, als allgemeine Symptome der Dentition hinzustellen, erscheint sehr gewagt, wiewohl nicht geleugnet werden darf, daß die Kinder gerade während der Dentition eine größere Empfindlichkeit und geringere Widerstandsfähigkeit als zu anderen Zeiten besitzen.

Normale Dentitionen.

Bei der Beschreibung des Durchbruchs der einzelnen Zähne werden wir sie der leichteren Übersicht halber in Gruppen teilen. Diese sind dadurch sachgemäß bestimmt, daß sich in ihnen der Durchbruch in rascherer Aufeinanderfolge vollzieht, und daß Abweichungen von dieser eine Art des unregelmäßigen Zahnens vorstellen, wie es bei der Rachitis öfter vorkommt. Gerade bei dieser Erkrankung kann man häufiger beobachten, daß Abweichungen von der Norm weniger im Erscheinen der einzelnen Zähne als ganz besonders im Durchbruch der einzelnen Gruppen auftreten.

Gruppe der Schneidezähne.

(Dentes incisivi, 6.—12. Monat.)

Die Gruppe der Schneidezähne werden wir in den beiden Unterabteilungen — der mittleren und der seitlichen Schneidezähne — zu besprechen haben.

Die Gruppe der Schneidezähne erscheint nach statistischen Untersuchungen zwischen dem 6. und 12. Monat.

Die mittleren oder zentralen Schneidezähne sind die ersten Zähne, die überhaupt zum Durchbruch kommen, und zwar in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle zuerst unten, dann nach etwa drei- bis vierwöchentlicher Pause oben. Ludwig Fleischmann fand in Wien unter 133 gesunden Kindern 102mal zuerst die unteren und 31mal die oberen zuerst durchbrechen. Die Rachitis ändert nach ihm an diesem Verhältnis wenig. Unter 129 Beobachtungen an rachitischen Kindern erschienen 96mal die unteren und 33mal die oberen Schneidezähne. In den Schriften der

alten und ältesten Autoren finden wir gerade hierüber die am meisten auseinander gehenden Ansichten.

Die seitlichen Schneidezähne folgen etwa nach vierwöchentlicher Pause auf die Zentralschneidezähne, und zwar in den meisten Fällen zuerst oben.

Die Gruppe der Schneidezähne zeigt unter allen anderen Gruppen den schnellsten und leichtesten Durchbruch. Meistens geht derselbe unmerklich vonstatten.

Gruppe der vorderen Backenzähne.

(12. bis 16. Monat.)

Einige der ältesten und älteren Forscher lassen die Gruppe der vorderen Backenzähne vor der der Schneidezähne erscheinen, was bereits Eustachius richtiggestellt hat. Von den neueren Autoren will Rousseau (1827) beobachtet haben, daß die Eckzähne in den meisten Fällen vor den ersten Molarzähnen durchbrechen. Die späteren französischen Kinderärzte gaben jedoch die Reihenfolge des Durchbruchs richtig an. Vogel-Gerhardt rechnen zur Gruppe der vorderen Molarzähne auch noch die unteren seitlichen Schneidezähne; letztere sollen nach Barthez-Rillie sogar nach den vorderen Backenzähnen durchbrechen, was aber Fleischmann in einer Reihe von 1000 gesunden und rachitischen Kindern, namentlich bei den letzteren nur in einer Minderzahl, beobachtet hat.

Der Durchbruch beginnt nach dem Erscheinen der Gruppe der Schneidezähne und wird ohne Dazwischenkunft anderer Zähne ununterbrochen zu Ende geführt. Störungen erwecken Verdacht auf Rachitis. Ludwig Fleischmann hat, um die Zahl der gleichzeitig durchbrechenden Zähne besser überblicken zu können, nachstehende übersichtliche Tabelle aufgestellt:

Zu der dritten Gruppe rechnet er skrofulöse, phthisische und syphilitische Kinder.

Gesunde Kinder:

Durchbrechende Zähne	6 bis 7	8 bis 9	10 bis 11	12 bis 13	14 bis 15	16 bis 17	18 bis 19	20 bis 23	24 bis 27	28 bis 32	Summe
	Monate										
	20	17	19	18	27	20	22	10	23	4	180 Fälle
1.	6	3	7	6	2	6	3	—	1	—	34 »
2.	12	10	9	10	19	10	12	6	9	2	99 »
3.	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	3 »
4.	1	3	3	2	6	4	6	4	13	2	44 »

Rachitische Kinder:

Durchbrechende Zähne	6 bis 7	8 bis 9	10 bis 11	12 bis 13	14 bis 15	16 bis 17	18 bis 19	20 bis 23	24 bis 27	28 bis 32	Summe
	Monate										
	3	2	16	20	15	11	15	15	17	7	121 Fälle
1.	1	—	4	4	5	5	4	3	4	—	30 »
2.	1	1	12	13	7	3	7	7	11	5	67 »
3.	—	1	—	—	2	1	—	1	1	—	6 »
4.	—	—	—	3	1	2	4	2	1	2	15 »
5.	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	3 »

Dyskrasische Kinder:

Durchbrechende Zähne	6—7	8—9	12—13	14—15	16—17	18—19	Summe
	Monate						
	1	1	2	9	2	4	19 Fälle
1. . . .	1	—	1	1	1	—	4 »
2. . . .	—	1	1	5	—	—	7 »
3. . . .	—	—	—	—	—	—	— »
4. . . .	—	—	—	2	2	4	8 »
5. . . .	—	—	—	1	—	—	1 Fall

Fleischmann fand bis zum Alter von $2^2/_3$ Jahren unter 1024 Kindern 320 in einer Zahndurchbruchsperiode, nämlich 180 gesunde, 121 rachitische und 19 dyskrasische Kinder.

Die Tabelle lehrt uns, daß 1. bei der Mehrzahl aller der Fälle eine gerade Anzahl von Zähnen im Durchbruch ist, und 2. daß meistenteils mehrere Zähne zu gleicher Zeit durchbrechen.

Bei 180 gesunden Kindern . . . . $99 + 44 = 143 = 79{\cdot}5\%$
» 121 rachitischen Kindern . . . $67 + 15 = 82 = 65{\cdot}6\%$
» 19 dyskrasischen Kindern . . $7 + 7 = 14 = 73{\cdot}6\%$

zusammen unter 320 Kindern 239mal eine gerade Anzahl, also bei mehr als zwei Dritteln der Kinder. Aus der Tabelle ersehen wir ferner, daß gerade bei den Backenzähnen zu gleicher Zeit mehrere durchbrechen, und zwar unter 65 gesunden Kindern im Alter von 12—17 Monaten 51mal[16],

[16] Vgl. die erste Tabelle, Kolonne 4—6:

$$18 + 27 + 20 = 65$$
$$\left.\begin{array}{r} 10 + 19 + 10 = 39 \\ 2 + 6 + 4 = 12 \end{array}\right\} = 51\text{mal.}$$

darunter bei 12 gleichzeitig 4 Zähne, diese Ziffer wird nur noch übertroffen von der Gruppe der zweiten Backenzähne[17].

Fleischmann liefert uns ferner noch Tabellen, die über den Beginn und Schluß der Durchbruchsperioden der vorderen Backenzähne Aufschluß geben:

A. Gesunde Kinder:

Alter	Zahl	Backenzähne 1	2	3	4
6— 7 Monate	83 Fälle	—	—	—	—
8— 9 »	61 »	—	—	—	—
10—11 »	53 »	—	—	—	2
12—13 »	67 »	—	2	—	1
14—15 »	65 »	1	12	2	10
16—17 »	40 »	—	12	2	18
18—19 »	51 »	2	3	4	23

B. Rachitische Kinder:

Alter	Zahl	Backenzähne 1	2	3	4
6— 7 Monate	23 Fälle	—	—	—	—
8— 9 »	30 »	—	—	—	—
10—11 »	54 »	—	—	—	—
12—13 »	71 »	—	—	—	—
14—15 »	44 »	1	1	—	1
16—17 »	35 »	3	3	—	2
18—19 »	38 »	2	5	1	4
20—23 »	29 »	—	2	2	7

Demnach hatten zwei Kinder im Alter von 11 Monaten die ersten Backenzähne, die Mehrzahl bekommt jedoch dieselben zwischen dem 16. bis 18. Monat; bei rachitischen Kindern erfolgt der Durchbruch über 2 Monate später und endet dementsprechend auch später. Dasselbe gilt von den mit anderen Dyskrasien behafteten Kindern.

Gruppe der Eckzähne.

(17.—20. Monat.)

Die oberen Eckzähne werden wegen der sehr hoch hinaufreichenden Wurzeln auch Augenzähne genannt, obwohl ein anatomischer Zusammenhang mit der Augenhöhle nicht besteht. Wohl ragen die Keime der bleiben-

---

[17] Vgl. die erste Tabelle, Kolonne 8—10:

$$4 + 13 + 2 = 19.$$

den Eckzähne und ersten Molarzähne in einer gewissen Lebensperiode bis dicht an den Boden der Augenhöhle. Zur Zeit des Durchbruchs jedoch werden die Alveolen der bleibenden ersten Molarzähne bereits durch das Antrum Highmori vom Planum orbitale getrennt.

Liegen die Eckzähne noch tief im Kiefer, so haben sie vor allen anderen Zähnen eine auffällig geneigte Lage.

Während sie mit ihren Kronen medialwärts stehen, sind sie mit ihrem Halsteil lateral seitwärts geneigt. Beim Näherrücken gegen den Alveolarkamm drehen sie sich lateralwärts und drücken in den Raum zwischen den seitlichen Schneidezähnen und dem ersten kindlichen Molar. Die Eckzähne liegen am weitesten vom Processus alveolaris entfernt und müssen infolgedessen den weitesten Weg zurücklegen, wobei ihnen aber der Umstand zustatten kommt, daß die Resorption des Alveolarrandes am Oberkiefer höher, am Unterkiefer tiefer als bei den anderen Zähnen erfolgt.

Haben die Kronen das Niveau der Nachbarzähne erreicht, dann besitzen die Wurzeln kaum erst die Hälfte ihrer definitiven Länge (Wedl).

Die Eckzähne erscheinen für gewöhnlich im Oberkiefer früher als im Unterkiefer.

Gruppe der hinteren Backenzähne.

(20.—24. Monat.)

Die hinteren Backenzähne, mit deren Erscheinen die erste Dentition geschlossen ist, kommen gewöhnlich zuerst oben zum Durchbruch. Das Kind ist in dieser Zeit mit 20 Milch- oder temporären Zähnen versehen.

Das Ende der ersten Dentition fällt gewöhnlich bei gesunden und kräftigen Kindern in das Ende des zweiten, Anfang des dritten Lebensjahres. Bei rachitischen Kindern kann sich der Schluß der Dentition auch über das vierte Jahr hinaus verlängern.

Interessant sind die Aufzeichnungen von Whitehead, Woronichin und Ludwig Fleischmann.

Nach Whitehead ist bei gesunden Kindern in den ersten zwei Lebensjahren die erste Dentition 62mal beendet. (Unter wie vielen gibt Whitehead nicht an.)

Unter 316 Kindern im Alter von zwei Jahren waren 280 = 88·6% mit dem ganzen Milchgebiß versehen, während von den schlecht genährten Kindern kaum 22% das Zahngeschäft beendet hatten.

Woronichin fand unter 914 Knaben, ohne Unterschied der Ernährungsverhältnisse, bei 60 = 7%, von 977 Mädchen bei 57 = 4% im Alter von zwei bis drei Jahren 20 Milchzähne.

Demnach hat ein Drittel der Kinder den Zahnprozeß mit Beginn des dritten Jahres noch nicht beendet.

Erste Dentition.

Übersichtstabelle.

Durchbruch der Milchzähne in den verschiedenen Zeitabschnitten mit Berücksichtigung eines größeren Spielraumes.

Incisivi centrales inferiores	im 6.— 8. Monat		
» » superiores	» 7.— 9. »		
» laterales inferiores	» 7.— 9. »		
» » superiores	» 8.—10. »		
Milchmolares I inferiores	» 12.—16. »		
» superiores	» 13.—17. »		
Canini inferiores	» 15.—20. »	oder umgekehrt	
» superiores	» 16.—21. »		
Milchmolares II inferiores	» 20.—30. »	oder umgekehrt	
» superiores	» 21.—30. »		

Anormale Dentition.

Unter anormaler Dentition verstehen wir im allgemeinen eine Abweichung nach Zeit und Raum, denen sich als dritte Art von Unregelmäßigkeiten im Durchbruch diejenige anschließt, die durch akute Erkrankungen des Gesamtorganismus hervorgerufen wird. Wir unterscheiden als Anomalie der Zeit nach entweder ein zu frühes oder zu spätes Zahnen, ferner dem Raum nach Unregelmäßigkeiten in der Stellung und Zahl der Milchzähne.

Zu früher Durchbruch.

Brechen die Zähne vor der als Durchschnitt angenommenen Zeit, also vor dem achten Monat durch oder bringen die Kinder schon Zähne mit auf die Welt, so haben wir es mit einer Frühdentition zu tun.

Aus alter sowie neuer und neuester Zeit werden Fälle mitgeteilt, bei denen Kinder einen oder mehrere Zähne mit auf die Welt gebracht haben (Ludwig Fleischmann und Siegmund).

Siegmund vermißt in allen Berichten die zyklische Ordnung, ob die anderen Gruppen im Verhältnis zu den ersten, verfrüht erschienenen auch wieder verfrüht erscheinen.

Nessel sen. behauptet, daß solche frühzeitig erschienene Zähne, genau genommen, gar keine wirklichen Zähne seien, sondern sich durch Form, Bau und Emaillierung wesentlich von den eigentlichen Zähnen unterscheiden. Er betrachtet sie, wie wir später sehen werden, wohl mit Unrecht als unvollkommene Gebilde.

Leszai, Trousseau halten das frühzeitige Zahnen, entgegengesetzt anderen Anschauungen, für krankhaft.

Nach Linderer[18] sind die Frühzähne keine überflüssigen Zähne, indem nach Extraktion solcher der Kiefer zahnlos blieb, bis die bleibenden Zähne im siebenten Lebensjahr regelrecht erschienen sind.

Scheff[19] bespricht einen Fall über Zähne, die mit zur Welt gebracht wurden, der wegen seiner Seltenheit eingehender behandelt zu werden verdient, hauptsächlich deshalb, weil eine histologische Untersuchung der Zahnsubstanzen angeschlossen ist.

Er sagt, daß Zähne mit zur Welt gebracht werden, ist eine in der Praxis selten vorkommende, dagegen in der Literatur wiederholt erwähnte, aber auch sonst bekannte und erwiesene Tatsache. Kinder mit zur Welt gebrachten Zähnen wurden seit jeher von abergläubischen Menschen in einen sagenhaften Kreis gehüllt. Es sind ihnen nämlich außergewöhnliche Eigenschaften angedichtet und ein bedeutungsvoller, glänzender Lebenslauf prophezeit worden. Derartige Zähne erscheinen in der Regel wurzellos, infolgedessen sie lose im Zahnfleisch sitzen. Allenfalls sind die zur Welt gebrachten, demnach vorzeitig durchgebrochenen Zähne ein Naturereignis und eine mit dem physiologischen Vorgang nicht übereinstimmende auffallende Erscheinung. Die berechtigte Frage, ob die zur Welt gebrachten Zähne bloß einem Zufall zuzuschreiben sind, oder ob ihnen bestimmte Ursachen zugrunde liegen und sie demgemäß von einer besonderen Bedeutung wären, läßt sich vorläufig nicht mit Sicherheit beantworten, da das hierzu notwendige Material, welches vielleicht aufklärend wirken könnte, nicht vorhanden ist und zur Verfügung stehende Fälle nicht einwandfrei beobachtet worden sind. Hervorzuheben ist, daß der im dritten oder vierten Monat stattfindende vorzeitige Zahndurchbruch nichts gemein hat mit den zur Welt gebrachten Zähnen. Im ersteren Falle handelt es sich zweifelsohne um eine frühzeitige Zahnkeimanlage oder richtiger um eine vorzeitige Zahnentwicklung und um den Durchbruch der auf einer höheren Entwicklungsstufe stehenden Zähne, die, dem Naturgesetz folgend, früher als in der für sie bestimmten Zeit zum Vorschein kommen. Derartige Zähne, zumeist betrifft es die mittleren unteren Schneidezähne, sind normal gebildet, zeigen für gewöhnlich nicht den unentwickelten Schmelz, wie wir ihn bei den zur Welt mitgebrachten Zahnkronen finden, und können im Kiefer verbleiben, wo sie sich normal weiterentwickeln und alle Phasen der rechtzeitig durchbrechenden Zähne durchmachen. Damit kann die früher als sonst begonnene Dentition abgetan sein, wobei der Durchbruch der an der Tour befindlichen nächsten Gruppen in normaler Weise zur Erledigung gelangt. Aus diesem

---

[18] Deutsche Vierteljahrsschr. f. Z. 1874. — [19] Ö.-U. Vierteljahrsschr. f. Z. 1911, H. 1.

verschiedenen, ungleichmäßigen Verhalten der ersten Zahngruppe hinsichtlich ihrer Durchbruchszeit ist schon ersichtlich, daß die letztere variabel sein kann, und daß dadurch, abgesehen von Rachitis oder anderweitigen konstitutionellen Einflüssen, sehr häufig Abweichungen vorkommen, die einmal einen zu frühen, ein andermal einen zu späten Zahndurchbruch mit sich bringen. Viele Autoren, wie Whitehead, Woronichin, namentlich Ludw. Fleischmann, sind der Ansicht, daß die Zeit des Zahndurchbruchs nicht nur von der Konstitution und Ernährung, sondern auch von der Rassenzugehörigkeit und dem Klima abhängig sei. Diese Auffassung gilt bloß für jene Kinder, die zahnlos zur Welt kommen, während diejenigen Kinder, die bereits im Mutterleib Zähne haben, wohl unter allen Umständen zu den seltenen Ausnahmen gerechnet werden müssen. Überall in der Literatur waren derartige Fälle als besondere Ereignisse geschildert und immer ist hervorgehoben, daß es zumeist die unteren mittleren Schneidezähne, seltener die Milchmolaren und am seltensten die Eckzähne sind, die mit auf die Welt gebracht werden. Mirabeau soll mit Molaren auf die Welt gekommen sein. In den meisten Fällen handelte es sich um Zähne im Unterkiefer, minder häufig um solche des Oberkiefers.

In dem letzteren erscheint gewöhnlich nur einer von den beiden mittleren Schneidezähnen, selten beide, ab und zu aber auch bloß einer von den seitlichen Schneidezähnen. Vorzeitiger Durchbruch beziehungsweise gleichzeitiges Vorhandensein unterer und oberer Schneidezähne kommt selten vor. In den Fällen, die in der Literatur erwähnt sind, handelte es sich zumeist nur um eine Zahngruppe. Daß mehrere Zahngruppen bei einem Kind gleichzeitig mit zur Welt gebracht werden, ist meines Wissens nicht beschrieben worden. Ich konnte wenigstens derartiges nicht auffinden. Nebenbei muß noch bemerkt werden, daß zur Welt gebrachte Schneidezähne unsere Aufmerksamkeit weit mehr in Anspruch nehmen als die anderen Zahngruppen, weil sie Unannehmlichkeiten hinsichtlich der Ernährung der Kinder im Gefolge haben können, anderseits auch deshalb, weil damit für die Amme beziehungsweise für die stillende Mutter die Unmöglichkeit, das Kind saugen zu lassen, besteht. Die Brustwarze wird durch die Zähne des Kindes irritiert, schmerzhaft und entzündet, das Zahnfleisch des Säuglings dagegen durch ununterbrochenes Verschieben der lockeren Zähne gleichfalls entzündet und blutet, so daß das Kind die Nahrung meidet, die Amme infolge Verletzung der Brustwarze aber nur unter heftigen Schmerzen das Kind saugen lassen kann. Aus diesen beiden Gründen sind solche Zähne gleich nach der Geburt zu entfernen, wobei jedoch auf eine etwaige Nachblutung Rücksicht zu nehmen ist, da in der Literatur Fälle verzeichnet sind, bei welchen nach der Extraktion der Zähne Tod infolge von Verblutung erfolgt sein

soll (Magitôt). Die Herausnahme solcher Zähne, weil oberflächlich sitzend, begegnet keinen Schwierigkeiten, sie können mit den Fingern entfernt werden.

Sind nur Backenzähne vorhanden, die weder der Amme noch dem Kind Schaden bringen, so können sie, falls keine Gefahr des Verschluckens vorliegt, belassen werden.

Ein von Scheff beobachteter, in seiner Art bemerkenswerter Fall zeigt außer den Schneide- auch das Vorhandensein von Backenzähnen sowohl im Ober- wie auch im Unterkiefer, somit gehört er zu jenen Anomalien, bei welchen verschiedene Zahngruppen gleichzeitig aufgetreten sind. Wir finden demnach bei diesem Fall zwei Arten von Anomalien vertreten, und zwar als erste die zur Welt gebrachten Zähne und als zweite das gleichzeitige Auftreten von mehreren Zahngruppen, die sonst unter normalen Verhältnissen in weit voneinander getrennten Zeitabschnitten zum Durchbruch kommen. Die Mutter des in Rede stehenden Kindes war schwächlich, hatte aber bereits viermal geboren. Mit Ausnahme eines Kindes sind die vorhergegangenen im zarten Alter gestorben. Keines der verstorbenen Kinder zeigte an den Kiefern beziehungsweise an den Zähnen irgendwelche Abnormität. Das am Leben gebliebene Kind war am 2. Dezember 1908 20 Monate alt und besaß die diesem Alter entsprechende Zahnzahl.

Das fünfte Kind, jenes, welches mit den Zähnen zur Welt kam und bei seiner Untersuchung am 2. Dezember 1908 einen Monat alt war, zeigte eine sehr schwache Konstitution und litt an Stimmritzenkrampf, wohl auch ein Moment, wodurch die Nahrungsaufnahme beeinflußt wurde. Bei der Inspektion des Mundes konnte folgende Zahnformel konstatiert werden:

$$\frac{\text{IV}\quad \text{II}\quad \text{I}^{20} \mid \text{I}\quad \text{II}\quad \text{IV}}{\text{IV}\qquad\qquad\quad \mid\qquad\qquad\qquad}$$

Aus dieser Formel ist zu entnehmen, daß zwei Zahngruppen vertreten waren, und zwar im Oberkiefer sämtliche vier Schneidezähne und zwei Milchmolaren, im Unterkiefer bloß ein Milchmolar. Allgemein wird angenommen, daß die zur Welt gebrachten Zähne öfter im Unter- als im Oberkiefer beobachtet werden im Gegensatz zu dem oben beschriebenen Fall. Eckzähne waren nicht vorhanden. Scheff kennt überhaupt keinen Fall, bei welchem Eckzähne mit zur Welt gebracht worden wären. Die Ursache liegt wahrscheinlich darin, daß im Oberkiefer ihre Keimanlagen sehr hoch, im Unterkiefer tief unten angelegt sind und der Weg bis zum Durchbruch gegenüber den anderen Zahnsorten länger ist. Bei dem Kind mit den oben

---

[20] I verblieb im Kiefer und wurde mit dem Kind begraben.

verzeichneten Zähnen waren die Kronen in ihrem vollen Umfang durchgebrochen und saßen lose. Jede Berührung derselben verursachte Schmerzen, und der Säugling weigerte sich, die Flasche oder die Mutterbrust zu nehmen. Anfangs war die Ernährung wenn auch unzulänglich, doch teilweise möglich, obwohl aus dem lockeren Zahnfleisch Blutungen auftraten; später wurde die dargereichte Nahrung unausgesetzt abgelehnt. Die Mutter verlangte selbst die Entfernung wenigstens einiger Zähne. Scheff nahm am ersten Tag aus Vorsicht vor eventuell auftretender Blutung bloß drei, am zweiten Tag gleichfalls drei Zähne, während der erste obere rechte Schneidezahn auf Wunsch der Mutter belassen wurde, damit dem Kind nicht weitere Schmerzen zugefügt werden. Die Blutung nach den Extraktionen wurde leicht gestillt, und man hoffte, daß einerseits eine bessere Ernährung möglich und dadurch auch der Allgemeinzustand gehoben werden dürfte. Doch das Kind wurde wegen zu geringer Nahrungsaufnahme immer schwächer, magerte zusehends ab und starb.

Trotz vielfacher Bemühung konnte Scheff nicht in den Besitz der beiden Kiefer kommen. Vom extrahierten linken großen Schneidezahn wurde ein Schliff hergestellt, um die Zahnsubstanzen in ihrer Entwicklung zu kontrollieren. Bei dieser Untersuchung konnte bloß Hypoplasie des Schmelzes nachgewiesen werden, während die beiden anderen Zahnsubstanzen — Dentin und Zement — sich als vollkommen normal erwiesen. Eben diese Hypoplasien, früher als Folgeerscheinung von Rachitis gedeutet, wurden vielfach erklärt. Leo Fleischmann[21] hat auf Grund seiner Untersuchungen gefunden, daß die Rachitis mit den häufig vorkommenden Hypoplasien nichts gemein habe, daß vielmehr Tetanie die Hauptursache derartiger Schmelzanomalien sei. Die Frage ist nun berechtigt, ob die oben angeführten Schmelzhypoplasien in irgendeinem ursächlichen Zusammenhange mit der Konstitution des Kindes stehen beziehungsweise ob sie eine direkte Folge vorausgegangener krankhafter Zustände seien. Aus der Krankengeschichte des Kindes — St.-Anna-Kinderspital, wie mitgeteilt wurde — geht hervor, daß die kleine Patientin keine Tetanie hatte, und daß das Vorhandensein der Hypoplasien keine Folge eines nachweisbaren pathologischen Prozesses gewesen ist. Vielmehr läßt sich annehmen, und dies scheint auch gerechtfertigt, daß die Schmelzbildung durch den vorzeitigen Durchbruch der Zähne eine Störung erlitt, beziehungsweise nicht zur normalen Entwicklung gekommen ist. Abgesehen hiervon, handelt es sich überhaupt nur darum, die Gründe zu erforschen, warum ab und zu Zähne schon im Mutterleib durchbrechen und sohin selbstverständlich mit zur Welt gebracht werden.

---

[21] Österr.-ungar. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1909, S. 868.

Als Grund des verfrühten Durchbruchs gibt Ludwig Fleischmann an:

1. eine vorzeitige Keimanlage mit nachfolgender normaler Entwicklung, oder

2. eine normale Keimanlage mit beschleunigtem Wachstum in irgendeiner späteren Fötalperiode, oder endlich

3. eine oberflächliche Lagerung des Zahnsäckchens, derzufolge die schon halbfertigen und noch wurzellosen Zähne bereits durchbrechen und im Zahnfleisch sitzen. Dem gegenüber ist Scheff der Ansicht, daß die Zahnkeime zu nahe am Kieferrand angelegt sind und bei ihrer Weiterentwicklung zum früheren Durchbruch veranlaßt werden.

Mit allen Zähnen ist, soweit feststeht, bis jetzt noch kein Kind zur Welt gekommen; der einzige uns überlieferte Fall (Siegmund) ist so unglaublich und ungenau geschildert worden, daß wir ihm keinen großen Wert beilegen dürfen.

Zu spätes Zahnen.

Das zu späte Zahnen war schon bei den alten und ältesten Ärzten der Gegenstand größter Sorge und bildete einen Teil der Dentitio difficilis.

Das zu späte Zahnen kann entweder in dem verspäteten Eintritt des ganzen Zahnprozesses bestehen, oder es brechen die ersten Zähne zur rechten Zeit durch, die übrigen Zahngruppen aber folgen in unregelmäßigen Intervallen nach. Während wir im ersten Fall nicht an einen Zusammenhang mit einem krankhaften Prozeß denken werden, da derartige Fälle bisweilen bei mehreren oder allen Kindern einer gesunden Familie vorkommen, also auf hereditärer Anlage beruhen, werden wir die letzteren Unregelmäßigkeiten als pathologisch zu betrachten haben.

Ludwig Fleischmann führt eine Reihe von Fällen an, wo der Zahndurchbruch außerordentlich verzögert war, so sah Dugés einmal das Zahnen bis in das elfte Jahr, Reyer bis in das dreizehnte, Linderer bis in das fünfzehnte und Smellic bis in das 21. Jahr fortdauern.

Mückisch beobachtete ein Mädchen, das bis zum zweiten Jahr keinen Zahn und im fünften Jahr erst 18 Zähne hatte, die alle unregelmäßig kamen.

Scheff beobachtete ein normal entwickeltes Kind, bei dem erst im 18. Monat die mittleren Schneidezähne im Unterkiefer durchgebrochen sind.

Ich selbst hatte als Waisenhausarzt Gelegenheit, einen fünfjährigen Knaben zu beobachten, der nach Angabe der Großmutter, bei der er von frühester Jugend an in Pflege war, niemals Zähne bekommen hat. Die Untersuchung des Mundes ergab in der Tat einen Befund, der die Richtigkeit der Angaben nicht bezweifeln ließ. Die Cartilago gingivalis war deutlich erhalten, nirgends eine Einziehung bemerkbar, auch von eingeschossenen

Zahnpillen war keine Spur vorhanden. Der Knabe war von kräftiger Konstitution und ließ Zeichen überstandener Rachitis nicht erkennen.

Im siebenten Jahr soll er nach einem Schreiben des Waisenhausvaters unten zuerst Zähne bekommen haben, über deren Form und Gestalt er aber auf wiederholte Anfragen nichts Bestimmtes und Zuverlässiges geantwortet hat.

In letzter Zeit wurde von Hilzensauer ein äußerst interessanter Fall von verspäteter Dentition beschrieben. Es handelt sich hier um eine Anomalie, die bei sämtlichen Deszendenten einer bereits mit dieser Eigentümlichkeit behafteten Frau bis ins zweite Glied hinein auftrat. Die Erscheinungen bestanden darin, daß das Milchgebiß unvollständig und das bleibende Gebiß außerordentlich spät, nämlich bei den einzelnen Gliedern der Familie erst im 14., 20. oder sogar erst im 22. Jahr und auch dann nicht einmal vollständig durchbrach.

Merkmale überstandener konstitutioneller Krankheiten waren nicht nachzuweisen, vielmehr zeigten alle Individuen durchweg gute und kräftige Entwicklung.

Im allgemeinen scheint aber doch die weitaus häufigste Ursache des verspäteten Zahnens in gewissen konstitutionellen Krankheiten, besonders in der Rachitis, zu liegen, was Ritter sowie spätere Autoren hervorheben. Auch der Befund von Steiner (nach Fleischmann), der bei einem rachitischen vierjährigen Kind das Auftreten der ersten Zähne beobachtet hat, stimmt hiermit überein.

Anomalie in Zahl und Stellung.

Da die Anomalien in Zahl und Stellung in einem gesonderten Kapitel besprochen werden, so will ich dieselben hier nur kurz anführen. Unregelmäßigkeiten in der Stellung kommen bei Kindern vor, deren Kiefer noch nicht die der Anzahl der durchgebrochenen Zähne entsprechende Größe haben, jedoch beschränken sie sich hauptsächlich auf Schneidezähne.

Was die Zahl anbetrifft, so können die Kinder entweder mehr oder weniger als 20 Zähne haben; man hat auch Fälle beobachtet, bei denen gar keine Milchzähne durchgebrochen sind.

Das Fehlen einzelner Milchzähne ist nicht selten. Das Vorhandensein von mehr Zähnen ist von praktischem Interesse insofern, als wir unter Umständen dieselben entfernen müssen.

Durch die Freundlichkeit Holländers wurde mir aus seiner Sammlung ein Abdruck von einem kindlichen Oberkiefer überlassen, in dem zwischen den Zentralschneidezähnen ein wohlausgebildeter kleiner Schneidezahn (kein Zapfenzahn) gelagert war. J. Scheff teilt mit, daß er Abdrücke von den Oberkiefern zweier sieben und acht Jahre alten Schwestern besitze, bei denen rechts zwei gleichgestaltete laterale Schneidezähne vor-

handen sind. Bei den drei anderen Schwestern ist jedoch keine Abnormität an den Milchzähnen zu konstatieren gewesen.

Ibbetson besitzt einen Abdruck von einem kindlichen Unterkiefer, in dem fünf Schneidezähne vorhanden waren; sie sind gleichmäßig gestellt und haben nichts Besonderes in ihrer Form.

Es mag hier am Platz sein, auf vergleichend anatomischem Weg die erste Dentition der verschiedenen Affenarten, jener Tiergattungen, die in mancher Beziehung dem menschlichen Organismus am nächsten stehen, anzuschließen. Es erscheint dies um so angezeigter, weil sich mit der ersten Dentition des menschlichen Kindes eine teilweise Übereinstimmung, anderseits auch bestimmte Unterschiede ergeben.

Über den Durchbruch der Milchzähne bei den verschiedenen Affenarten sind nur bei Selenka[22] Angaben verzeichnet, und zwar ausschließlich bei dem Orang-Utan, Schimpanse und Gorilla. Diese Angaben sind nur allgemein gehalten, während über den wichtigsten Teil beziehungsweise über die Zeit, in welcher die einzelnen Zahngruppen zum Durchbruch gelangen, nichts angegeben ist.

Nach Selenka »erfolgt der Durchbruch der Milchzähne (Gorilla und Schimpanse) nicht immer im gleichen Rhythmus, indem Eck- und Stockzähne zwar meistens, aber nicht immer zuerst im Oberkiefer erscheinen, oder indem die hinteren Prämolaren erst nach den Eckzähnen hervortreten«. Weiter berichtet Selenka: »Als Regel dürfte folgende, aus etwa 20 Kinderschädeln des Gorilla und Schimpanse entnommene Ordnung des Erscheinens gelten:

als erste:
obere dI_1, untere dI_1;

dann folgen:
obere dI_2, untere dI_2;
vordere obere dP, vordere untere dP oder umgekehrt;
hintere obere dP, hintere untere dP oder umgekehrt;
obere dC, untere dC oder umgekehrt — als letzte Zähne.«

Aus der vorstehenden Tabelle ist ersichtlich, daß die ersten beziehungsweise die Milchzähne dieser beiden Affenarten beinahe immer zuerst im Oberkiefer, aber in der gleichen Reihenfolge wie beim menschlichen Kind zum Durchbruch kommen. Ausgenommen hiervon bleibt der Eckzahn, der hier als letzter, und zwar nach dem zweiten Milchbackenzahn, hervorkommt, während er beim menschlichen Kind durchschnittlich schon nach dem ersten Milchbackenzahn und erst darauffolgend der zweite

[22] »Studien über Entwicklungsgeschichte der Tiere.« IV. Heft, Menschenaffen. Wiesbaden 1898.

Milchbackenzahn erscheint. Immerhin eine auffallende Differenz in der Reihenfolge gegenüber den Affen der Alten Welt, wie wir später sehen werden.

In Brehms »Tierleben«, das sich nach verschiedenen Richtungen mit den Eigenschaften und Eigenheiten der Tiere im einzelnen und mit ihren Gewohnheiten sowie mit ihren leiblichen und geistigen Begabungen beschäftigt, finden sich außer einigen Andeutungen gleichfalls keine bestimmten Angaben über den Durchbruch der Milchzähne, über die Reihenfolge der einzelnen Zahngruppen und deren Durchbruchszeit.

Es ist nach Brehm noch nicht einmal ermittelt, wie viele Jahre der Affe durchschnittlich zu seinem Wachstum nötig hat; er äußert sich diesbezüglich: »Es versteht sich von selbst, daß die Zeit des Wachstums bei den größeren Arten eine längere ist als bei den kleineren. Meerkatzen und amerikanische Affen sind vermutlich in drei bis vier Jahren erwachsen, Paviane aber bedürfen acht bis zwölf Jahre zu ihrem Wachstum, und die größeren Menschenaffen erreichen wahrscheinlich noch viel später ihre Mannbarkeit, da bei ihnen der Zahnwechsel kaum in einem früheren Lebensabschnitt als beim Menschen eintritt.«

Ein Umstand, der nicht unerwähnt bleiben darf, läßt übrigens annehmen, daß Brehm und seine Mitarbeiter das Zahnsystem des Orang-Utan nicht unberücksichtigt ließen, wenn auch nur der Beginn der ersten Dentition, nicht aber deren weiterer Verlauf bis zum Abschluß verfolgt wird. Sein diesbezüglicher Hinweis lautet: »Gelegentlich einer seiner Jagden erlangte unser Forscher auch einen jungen Orang-Utan. Von Dajaken[23] herbeigerufen, sah er einen großen Maias[24] sehr hoch auf einem Baum sitzen und erlegte ihn mit drei Schüssen, sein Junges lag mit dem Kopf im Sumpfe. Das kleine Geschöpf war nur einen Fuß lang und hatte keinen einzigen Zahn; doch kamen einige Tage darauf die beiden unteren Vorderzähne zum Vorschein.«

Aus dieser Angabe ist zu entnehmen, daß man aus dem Vorhandensein nur zweier Zähne das Alter des Jungen zu bestimmen bemüht war. Wohl hätte sich dabei die beste Gelegenheit geboten, die Reihenfolge des weiteren Zahndurchbruchs und die dabei eingehaltenen Zeitmaße zu verfolgen. Es finden sich jedoch nach dieser Richtung keinerlei Angaben.

Bei den Affen der Alten Welt liegen nach Scheffs eingehenden Forschungen genaue Beobachtungen vor, so namentlich bei den Rhesusarten. Bei diesen sind die einzelnen Zahngruppen in ihrem Durchbruch nicht zeitlich voneinander geschieden, wie dies beim menschlichen Kind und nach der Vermutung Brehms auch beim Menschenaffen der Fall ist. Sämtliche

[23] Die Einwohner Borneos führen den Namen Dajake. — [24] Bei Selenka findet sich für Orang-Utan die Bezeichnung »Maias«.

Milchzähne kommen bei den Rhesusarten beinahe gleichzeitig zum Vorschein, und deshalb dürfte es nicht uninteressant sein, in Kürze darauf einzugehen.

Die verschiedenen Affenarten der Alten Welt zeigen, was ihre Lebensweise, insbesondere ihre konstitutionelle Eigenschaften, wie Körperbau, Alterserreichung usw., betrifft, kaum auffallende Differenzen gegeneinander. In Hinsicht darauf wurde der Makakus rhesus gewählt[25], der verhältnismäßig am leichtesten und auch am längsten in der Gefangenschaft zu beobachten ist. Bei einem jungen Rhesus, der nach genauer Kontrolle 22 Tage alt war, zeigten sich, namentlich im Unterkiefer, unverkennbare Zeichen von im Durchbruch begriffenen Zähnen. Acht Tage darauf, im Alter von vier Wochen und zwei Tagen (30 Tagen) nach der Geburt, waren die Spitzen der unteren mittleren Schneidezähne sichtbar, und nach weiteren

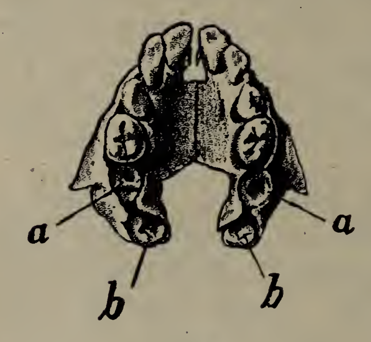


Fig. 200.
Oberkiefer eines sechswöchentlichen Rhesus. (Scheff.)



Fig. 201.
Unterkiefer eines sechswöchentlichen Rhesus. (Scheff.)

fünf Tagen (fünf Wochen nach der Geburt) konnte ihr vollständiger Durchbruch konstatiert werden. Im Anfang der sechsten Woche waren sowohl im Ober- wie auch im Unterkiefer nachstehende Zähne vollständig durchgebrochen.

Es bestand folgende Zahnformel:

$$\frac{4\ 3\ 2\ 1 \mid 1\ 2\ 3\ 4}{4\ 3\ 2\ 1 \mid 1\ 2\ 3\ 4}$$

Es ist daraus ersichtlich, daß sowohl im Ober- wie auch im Unterkiefer vollkommen geschlossene Zahnreihen vorhanden sind, die sich vom zentralen Schneidezahn bis zum zweiten Milchprämolar ohne Unterbrechung erstrecken. Fig. 200 und 201 zeigen den Ober- und Unterkiefer des sechswöchentlichen Rhesus mit je acht vollständig durchgebrochenen Zähnen, wobei jederseits

[25] S. Scheff, Erste Dentition beim Affen (Makakus rhesus). Österr.-Ungar. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1913, I. Heft.



Fig 202.
Milch- und bleibende Zähne eines jungen Rhesus, aus dem Schädel herauspräpariert. (Scheff.)

der zweite Milchmolar schon im Durchbruch begriffen ist. Die Eckzähne stehen normal in der Zahnreihe, denn sie kamen unmittelbar nach dem kleinen Schneidezahn, was bei unseren Kindern selten der Fall ist, weil bei ihnen der Eckzahn in der Regel erst nach dem ersten Milchprämolar erscheint, wodurch die Zahnreihe unterbrochen wird. Beim Rhesus folgen im Gegensatz die Zahngruppen ohne Unterbrechung nacheinander.

Der zweite Milchmolar des jungen Rhesus erschien eine Woche, nachdem bereits 16 Zähne durchgebrochen waren, und zwar zuerst im Unterkiefer. Im Oberkiefer waren zu dieser Zeit seine Kronenhöcker bereits sichtbar; ein bis zwei Tage hätten hingereicht, die Kronen zum vollen Durchbruch gelangen zu lassen. Das Junge verschied jedoch, und dadurch verblieben die zweiten Milchmolaren mit dem Hauptteil ihrer Krone im Kiefer. Gleichzeitig sieht man die bleibenden Molaren schon in der Ossifikation begriffen, und zwar im Oberkiefer weiter vorgeschritten als im Unterkiefer (siehe Fig. 200 und 201).

Man kann somit mit Sicherheit annehmen, daß das Milchgebiß beim **Rhesus** und höchstwahrscheinlich bei den ihm verwandten Arten in rascher Aufeinanderfolge und ohne bemerkenswerte Zeitunterbrechung in genau sechs Wochen, von der Geburt an gerechnet, zum vollen Durchbruch kommt.

Die Tafel auf Seite 553 (Fig. 202) zeigt, aus dem Schädel eines jungen **Rhesus** herauspräpariert, seine Milch- und bleibenden Zähne. Bei den letzteren gleichfalls die ununterbrochene Reihenfolge wie bei den Milchzähnen.

Zweite Dentition.

Haben die Milchzähne dem kindlichen Organismus eine gewisse Zeit lang ihre Dienste geleistet, so werden sie durch die bei weitem kräftigeren und dauerhafteren bleibenden Zähne ersetzt, die sich zur Verarbeitung festerer Nahrung besser eignen.

Diesen Zahnwechsel mit allen seinen Begleiterscheinungen nennt man zweite Dentition.

Das Aufsteigen des bleibenden Zahnes, das hierbei das Hauptmoment bildet, wird erst dadurch ermöglicht, daß demselben vorher ein passender Weg gebahnt und der temporäre Zahn, an dessen Stelle er treten soll, entfernt wird. Dieß geschieht durch entsprechende Resorptionsvorgänge, deren Betrachtung wir uns nunmehr zuwenden wollen.

Da der bleibende Zahn ringsherum von einer Knochenhülle umgeben ist, so müssen die Resorptionsprozesse in erster Linie diese Knochenlade an der Durchbruchsstelle abtragen; weiterhin haben sie die Aufgabe, den

temporären Zahn so weit zu reduzieren, daß die übriggebliebene Krone mit Leichtigkeit abgestoßen werden kann.

Wo solche Prozesse auftreten, muß ein Organ vorausgesetzt werden, an das diese Vorgänge geknüpft sind. Unsere Untersuchung muß demgemäß darauf gerichtet sein, zu erforschen, was dieses resorbierende Organ ist, woher es stammt, in welcher Weise, vermittels welcher Kräfte und auf welche Veranlassung hin es seine Funktionen ausübt.

a) Das resorbierende Organ.

Extrahieren wir einen schon lose sitzenden kindlichen Zahn, so sehen wir in allen Fällen am Boden der Extraktionswunde ein Granulationsgewebe, das sich in der Regel leicht vom Zahn abheben läßt; zuweilen jedoch bleibt es teilweise an demselben hängen und pflegt dann stärker zu bluten. Die dieser Granulationsmasse zugekehrte Zahnfläche erscheint stets rauh und mit außerordentlich feinen Grübchen bedeckt, und bietet so das typische Bild, wie es bei der Knochenresorption gewöhnlich auftritt. Da dieses Granulationsgewebe in allen Fällen bei einem in Resorption befindlichen Zahn zu konstatieren ist, so unterliegt es keinem Zweifel, daß diesem die resorbierende Tätigkeit obliegt; man nennt es daher das Tomessche Resorptionsorgan[26], nach seinem Entdecker, der auch die erste genauere mikroskopische Beschreibung gibt[27]. Er fand, daß die Absorptionsfläche des Zahnes im Querschnitt durch zahlreiche Resorptionsmulden girlandenförmig ausgenagt erscheint. Die sogenannten Howshipschen Lakunen besitzen zuweilen einen verengten Halsteil und erweitern sich nach der Tiefe zu bedeutend. Das Resorptionsorgan selbst ist ein aus mehreren Schichten bestehendes Gewebe, dessen Grundlage von allen Forschern als ein weitmaschiges, fibrilläres, in Entwicklung befindliches Bindegewebe mit Spindelzellen beschrieben wird und das durch seinen Gefäßreichtum Veranlassung zu den bei Extraktionen zuweilen auftretenden Blutungen gibt. Peripheriewärts infiltriert sich dieses unter gleichzeitiger Abnahme der Spindelzellen mit Rundzellen und wird dichter, die Färbung der Präparate infolgedessen intensiver. Die Oberfläche endlich, das heißt die Resorptionsgrenze, zeigt unter verschiedenen Umständen ein verschiedenes Aussehen, weswegen auch die Berichte der einzelnen Forscher, die sich immer nur auf ein gewisses Stadium bezogen, scheinbare Widersprüche aufweisen.

---

[26] Treuenfels (Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1901, XIX, S. 196) hat den Ausdruck Organ unter Hinweis auf die anatomische Bedeutung des Wortes angegriffen, indessen mit Unrecht. Denn das Wort ὄργανον bedeutet Werkzeug und wird in solchem Sinn ganz allgemein im praktischen wie auch im wissenschaftlichen Sprachgebrauch angewendet. In dieser Hinsicht besteht daher die obige Bezeichnung völlig zu Recht. — [27] Tomes, Ein System der Zahnheilkunde. Leipzig 1861.

Tomes beschreibt sie als aus großen, vielkernigen Zellen bestehend, die den myeloiden Zellen Köllikers gleichen sollen.[28] Diese später als Riesenzellen bezeichneten Gebilde sollen nach ihm die ganze Oberfläche bilden: insbesondere soll jede Howshipsche Lakune eine dieser Zellen enthalten.

Wedl (l. c. S. 51f.) dagegen — er stützt sich hierbei auf gleichlautende Beobachtungen Hohls — hat Riesenzellen nicht immer wahrnehmen können, statt dessen findet er aggregierte einfache Zellen von Bindegewebe, das heißt Rundzellen.

v. Metnitz[29] scheint ähnliche Beobachtungen gemacht zu haben, denn er spricht von »einkernigen Riesenzellen« (?), die neben den vielkernigen auftreten sollen. Unter ersteren versteht er sicherlich die sogenannten Rundzellen.

Treuenfels[30] dagegen konstatiert in jeder Lakune eine Riesenzelle, die das Grübchen ganz ausfüllen soll.

Kallhardt endlich befaßt sich am ausführlichsten mit dieser Frage. Auch er findet (allerdings beim Hund) die Riesenzellen nicht als konstanten Befund, wenigstens in früheren Entwicklungsstadien konnte er feststellen, daß an der dem Ersatzzahn zugekehrten Seite die meisten Lakunen mit Rundzellen angefüllt waren. Mit der Erhöhung der Resorptionstätigkeit nimmt jedoch hier die Zahl der Riesenzellen immer mehr zu, so daß diese tatsächlich im Höchststadium der Resorptionstätigkeit die Lakunen völlig ausfüllen. An der dem Ersatzzahn abgekehrten Resorptionsstelle des Milchzahnes sind jedoch zu gleicher Zeit nur vereinzelt Riesenzellen zu finden, hier sind selbst in den Momenten der lebhaftesten Tätigkeit die Rundzellen in überwiegender Mehrzahl vorhanden. Mit diesen Angaben dürften die Abweichungen in den Angaben der älteren Autoren wohl völlig aufgeklärt sein.

Die hier gegebene Beschreibung des Resorptionsorgans gilt ganz allgemein, ohne Rücksicht auf seine Herkunft, die, wie wir sehen werden, recht verschieden sein kann.

b) Die Resorptionserscheinungen.

Die bei der Resorption auftretenden Erscheinungen sind von den Autoren übereinstimmend geschildert worden.

An welchen von den harten Zahngeweben die Resorption auch eintreten mag, immer macht sie sich zunächst durch eine konzentrisch fort-

---

[28] Hier scheint bei Tomes ein Mißverständnis obzuwalten. Er gibt nämlich an, daß diese Zellen aus vielen einzelnen kleinen Zellen bestehen und bringt dies auch in seiner Fig. 34 zum Ausdruck, eine Ansicht, die Hohl nach Wedl, S. 55, noch entschiedener interpretiert. Natürlich handelt es sich hier um eine irrtümliche Auffassung der ihrer Natur nach einheitlichen Riesenzellen. — [29] Österr.-Ungar. Vierteljahrsschr. f Zahnheilk. 1889. — [30] Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1901.

schreitende Transparenz sowohl im Zement wie im Dentin bemerkbar, die sich vom Angriffspunkt aus in das Gewebe hineinschiebt. In den mit mit Boraxkarmin gefärbten Präparaten von Kallhardt machte sich diese Zwischenschicht im Dentin durch eine hellere Rosafärbung bemerkbar; gleichzeitig erscheinen in ihr die Dentinkanälchen undeutlich und gequollen. Auf diese transparente Schicht folgt in den meisten Fällen, besonders beim Zement, eine Zone molekularer Trübung, die im weiteren Verlauf gegen die Peripherie schmutzig gelbbräunlich verfärbt wird.

Eine Ähnlichkeit mit dem Bild, wie es sich bei der Karies zeigt, ist schon hier unverkennbar; die Analogie dieser beiden Prozesse wird indessen noch mehr hervortreten, wenn wir die bei der Resorption wirkenden Kräfte betrachten werden. Der Resorptionsprozeß erzeugt nunmehr muldenförmige Grübchen, die sich allmählich vertiefen und erweitern, so daß nur noch leistenförmige Vorsprünge übrigbleiben, die aber später auch der Auflösung anheimfallen.

Im speziellen verläuft der Prozeß, wie schon Tomes angibt, in der Weise, daß zuerst das Zement ergriffen wird, alsdann das Dentin, und endlich fällt stellenweise auch noch der Schmelz der Resorption zum Opfer.

Im Zement tritt, der allgemeinen Schilderung entsprechend, zunächst eine transparente Schicht auf, auf die eine Zone molekular getrübter Substanz folgt. Die Ausläufer der Knochenkörperchen verlieren an Deutlichkeit und verschwinden zuletzt ganz, wie auch die Knochenkörperchen selbst; schließlich geht auch die Grundsubstanz, wie oben bereits beschrieben, durch Resorption zugrunde.

Die Resorption des Dentins verläuft durchaus dem oben gegebenen Schema entsprechend. Indessen scheint hier der Prozeß schneller vonstatten zu gehen, so daß das Dentin manchmal wie unterminiert erscheint.

Zuweilen, doch nicht immer, greift der Resorptionsprozeß auch auf den Schmelz über und bringt eine lakunäre Einschmelzung zustande.

Nicht immer geht der eben beschriebene Resorptionsprozeß so glatt und stetig vonstatten; vielmehr kommt er häufig zum Stillstand und wird durch eine zeitweilige Neubildung von Knochensubstanz, die aus der Verknöcherung des Granulationsgewebes hervorgeht, abgelöst, welch letztere dann wiederum resorbiert wird. Diese Knochenneubildung ist sowohl am Zement wie am Dentin anzutreffen. Beim Zement ist die neugebildete Knochensubstanz gegen die alte dadurch charakterisiert, daß die Knochenkörperchen abgekapselt und von einer hellen Grenzschicht umschlossen sind, ihre Kanälchen aber noch nicht in gegenseitiger Verbindung stehen. Diese Knochenneubildungen füllen die vorher geschaffenen Lakunen wieder aus.

Ganz sonderbare Verhältnisse werden durch die Neubildungen im Dentin geschaffen. Auch hier werden die Lakunen des Zahnbeins durch

Knochensubstanz ausgefüllt, wobei sich die Neubildungen schon auf den ersten Blick durch den Gehalt an Knochenkörperchen von dem ursprünglichen Gewebe unterscheiden. Ferner sind, wie die entsprechenden Neubildungen im Zement, die Knochenkörperchen von hellen Grenzschichten umgeben und mit ihren Ausläufern noch nicht in Verbindung getreten. Zuweilen werden auch bei der Resorption stehengebliebene Dentininseln gänzlich von diesen Neubildungen eingeschlossen. Metnitz beschreibt auch unter Beifügung der Abbildung einen Fall, in dem die Kronenpulpa eines Milchzahnes zum Teil durch Knochenapposition, zum Teil aber durch Dentikelbildung vollständig ausgefüllt wurde. Nebenbei sei erwähnt, daß überhaupt Dentikelbildungen zur Zeit der Resorption in der Pulpa auftreten. So beschreibt auch Treuenfels einen Fall von starker Ablagerung von Ersatzdentin in der Kronenpulpa. Doch stehen diese Dentinneubildungen nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Resorptionsprozeß, da, wie schon Tomes bemerkt, eine Dentinneubildung ausgeschlossen sein muß, wenn der Resorptionsprozeß bereits eingesetzt und damit die Pulpa zum Verschwinden gebracht hat. An einen mittelbaren Zusammenhang wäre hier indessen wohl zu denken, indem der durch Resorption bedingte Reiz sich wohl eine Strecke weit fortgesetzt haben mag, ähnlich wie Dentinneubildungen (Ersatzdentin) im Innern der Pulpahöhle durch kariöse Prozesse an der Zahnoberfläche ausgelöst werden können.

Der Fall, den Metnitz beschreibt und abbildet, daß Knochenkörperchen eine Strecke von der Resorptionsfläche entfernt isoliert im Dentin auftreten, harrt noch der Aufklärung. Vielleicht ist dieser ganz auffällige Befund dadurch zu erklären, daß die Knochenkörperchen die Ausläufer von Lakunen darstellen, die ober- oder unterhalb lagen und im Präparat nicht zu sehen sind.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß Kallhardt bei seinen an Hundekiefern angestellten Untersuchungen Neubildungen nicht beobachtet hat; er hält daher die Knochenapposition an einem in Resorption befindlichen Zahn für pathologische Exzessivbildung. Es ist auch gar nicht abzusehen, welche Funktionen die neugebildete Substanz an einem bereits dem Untergang geweihten Zahn ausüben soll. Und nicht nur, daß die Natur hier die Wachstumsenergie umsonst aufwendet, sie muß vielmehr später von neuem Arbeit leisten, um diese neugebildeten Gewebe wieder wegzuschaffen. Die Natur verstößt hier also entschieden gegen ihr sparendes Prinzip und das ohne jeden tieferen Grund. Es ist daher der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, daß es sich hier um eine unliebsame, erst durch die Kultur vom Menschen erworbene Eigenschaft handelt, die ihm im Naturzustand ebenso wie dem Tier fehlen dürfte. Möglich wäre es also, daß diese Prozesse, ähnlich wie das Kleinerwerden der Kiefer bei den zivilisierten Rassen, zu beurteilen sind.

Die Resorption, welche die den Zahn einhüllenden Kieferknochen zur Auflösung bringt, zeigt mit den oben beschriebenen Vorgängen an den Hartgeweben der Zähne die größte Ähnlichkeit und bietet überhaupt das Bild der rarefizierenden Ostitis s. Osteoporose dar. Hervorzuheben ist vielleicht, daß auch der Resorption ein Transparentwerden des Knochens vorausgeht. Die Ähnlichkeit mit dem Vorgang an den Hartgeweben zeigt sich weiterhin darin, daß nach Metnitz der Prozeß zeitweise zum Stillstand kommen und durch Neubildung ersetzt werden kann, die dann wiederum einer baldigen Resorption ausgesetzt ist.

c) Die Aufeinanderfolge der Resorptionsprozesse und die Herkunft des Resorptionsorgans.

Wir hätten nunmehr die räumlichen und die zeitlichen Beziehungen der Resorptionsvorgänge an den einzelnen Hartgeweben zueinander festzustellen. Da nun aber das Resorptionsorgan an den verschiedenen Stellen, an denen es wirkt, aus verschiedenen Geweben hervorgeht, so werden wir zweckmäßig mit dieser Beschreibung der Resorptionsvorgänge zugleich die Frage nach der Herkunft dieses Organs behandeln.

Über die Frage, an welchen von beiden hier in Betracht kommenden Gewebearten (des Interalveolarseptums beziehungsweise des Milchzahnes) die Resorptionsprozesse zuerst angreifen, waren die Meinungen früher einigermaßen geteilt. Kölliker (1873), Waldeyer, Baume und v. Ebner vertreten die Ansicht, daß zuerst das Interalveolarseptum dem Prozeß zum Opfer fällt, bevor die Resorption des Milchzahnes beginnt. Treuenfels stellt dagegen diese Angaben als unrichtig hin und behauptet, daß der Prozeß am Zement der Milchzahnwurzel zuerst einsetzt und dann erst auf die Alveolarwand übergreift. Allerdings gehe, wie er zugibt, in den meisten Fällen neben der Resorption der Milchzahnwurzel schon die Zerstörung des Alveolarseptums einher.

Ebenso verschieden wie die Ansichten über den zeitlichen Verlauf der Resorptionsprozesse sind die Meinungen über die Herkunft des resorbierenden Organs. Es kommen hier drei Weichgewebe in Betracht, die für die Entstehung des Resorptionsorgans in Frage kommen können: der Follikelsack, das Periodontium und die Pulpa des temporären Zahnes. Eine große Mannigfaltigkeit ist dadurch gegeben, daß die verschiedenen Forscher entweder eines oder mehrere dieser Gewebe in verschiedenen Kombinationen als das Muttergewebe der Granulationen ansehen und die Mitbeteiligung der noch übrigbleibenden Gewebe leugnen.

Für die resorbierende Fähigkeit des Follikelsackes sprach sich schon Retzius (1838) aus. Spencer Bate leitet das resorbierende Organ

gleichfalls von dem Follikelsack ab, daneben gibt er aber auch als Ausnahmefall die Resorption des Milchzahnes zu.

Dieselbe Ansicht vertritt Tomes, nur möchte er die Absorption von seiten des Periodontiums nicht als etwas Abnormes hingestellt und eine Mitbeteiligung der Pulpa nicht ausgeschlossen wissen.

In ähnlicher Weise äußert sich Waldeyer (1871). Er läßt aber auch schon den Rest der Pulpa sich an der Absorption beteiligen. Kölliker (1873) läßt das Resorptionsorgan aus dem Follikelsack hervorgehen und tritt ebenfalls für eine Mitwirkung des Milchzahnperiodontiums ein. Auch Metnitz scheint ihm eine resorbierende Tätigkeit zuzuschreiben.

Dagegen wird die Beteiligung des Follikelsackes von Treuenfels bestritten, der sogar die Behauptung aufstellt, daß die Angaben der vorhin genannten Autoren lediglich Theorie seien und nicht auf Untersuchungen beruhen.

Auch die Wurzelhaut wird von verschiedenen Forschern als die Bildungsstätte des resorbierenden Gewebes angesehen. Neben Bate, Tomes, Kölliker, Waldeyer und Metnitz, die ihr, wie wir sahen, neben dem Follikelsack eine Mitbeteiligung einräumen, ist es zuerst Kehrer, der ihr eine überwiegende Bedeutung zuschreibt; weiterhin Wedl, der daneben auch noch das zunächstgelegene Knochenmark in Betracht zieht. Nach Metnitz stellt hauptsächlich die Wurzelhaut und die Milchzahnpulpa das resorbierende Organ dar, das Knochenmark dagegen möchte er mehr oder weniger ganz ausschalten. Treuenfels ist derjenige, der am entschiedensten die Wurzelhauttheorie vertritt. Auch konnte er in seltenen Fällen eine Mitbeteiligung der Pulpa beobachten.

Anhangsweise wäre hier auch noch Baume zu erwähnen, der mit größerer Entschiedenheit wie Wedl und v. Metnitz dem in die Alveole hineinwuchernden Knochenmark in erster Linie die resorbierende Tätigkeit zuschreibt, daneben aber auch die Ansicht zuläßt, daß sich das Periodontium in resorbierendes Granulationsgewebe umwandelt.

Für eine Mitbeteiligung der Pulpa an der Resorption trat zuerst Nessel (1856) ein, alsdann von den vorhin genannten Forschern Tomes, Waldeyer und Treuenfels.

Berten dagegen erklärt, daß die Pulpa zur Resorption nicht notwendig sei, und Baume stellt sogar die Behauptung auf, daß die Pulpa vor der Resorption ihre Vitalität einbüße. Demgegenüber ist aber festzustellen, daß die Pulpa bis zum letzten Augenblick ihre Lebensfähigkeit behält, wie schon Kehrer und auch Treuenfels angaben, und z. B. nach Abott auf thermische Reize noch reagiert.

Tatsächlich zeigen auch die klinischen Beobachtungen, wie jeder Praktiker zugeben muß, daß Zähne mit abgestorbener Pulpa nicht, wie

Baume behauptet, früher der Resorption anheimfallen, sondern nur sehr schwer oder überhaupt nicht resorbiert werden und höchstens mechanisch aus der Alveole herausgedrängt werden können. Einen unzweifelhaften Beweis für die Beteiligung der Pulpa an dem Resorptionsprozeß liefert in neuerer Zeit auch Adloff[31] durch seine Untersuchungen an der rudimentären Milchzahnanlage beim Meerschweinchen, die nie in Funktion tritt und im Kiefer selbst wieder zur Resorption gelangt. Diese wird, wie der mikroskopische Befund unzweideutig dartut, allein von innen heraus durch die eigene Pulpa zur Auflösung gebracht.

Diese kurze Übersicht zeigt, daß über die Frage der Mitbeteiligung der einzelnen Gewebe an der Entstehung des Resorptionsorgans die Meinungen einigermaßen auseinander gehen.

Erst in neuerer Zeit hat Kallhardt in seiner schon mehrfach zitierten Arbeit einen wertvollen Beitrag zur Klärung dieser Kontroverse geliefert, indem er an Hundekiefern von verschiedenem Alter die einzelnen Stadien nacheinander beobachten und darstellen konnte. Es ist indessen nicht wohl angängig, seine Resultate ohne weiteres zu verallgemeinern und in ihrem vollen Umfang auf den Menschen zu übertragen. Denn daß bei den verschiedenen Spezies diese durchaus abweichend sein können, zeigt die vorhin zitierte, sehr interessante Arbeit von Adloff, die die Resorptionsvorgänge beim Meerschweinchen behandelt. Immerhin ist die Kallhardtsche Arbeit die erste und bis jetzt einzige, die es unternimmt, die ganzen Resorptionsvorgänge in lückenloser Reihenfolge in den einzelnen Stadien darzustellen, und die Bedeutung, die ihr demzufolge zukommt, wird es erklären, wenn wir uns mit ihr etwas ausführlicher befassen.

Kallhardt findet, daß schon in dem ersten Stadium, in dem nämlich die Krone des bleibenden Zahnes noch in der Bildung begriffen ist, Resorptionsprozesse an der Innenwand der Alveole des Ersatzzahnes sich zeigen, um dem wachsenden Zahn Raum zu schaffen, und deswegen hauptsächlich in der Durchbruchsrichtung des Zahnes auftreten. Hier ist es die stark vaskularisierte äußere Wand des Follikelsackes, die als resorbierendes Organ in Tätigkeit tritt; auf ihrer Oberfläche finden sich zu dieser Zeit Riesenzellen neben Rundzellen in den Lakunen. Dagegen ist zu derselben Zeit an dem Teil der Milchzahnalveole, der dem Ersatzzahn am nächsten liegt, von Resorptionstätigkeit noch nichts zu konstatieren, wohl aber an den entfernter gelegenen Partien, doch davon weiter unten.

Mit der fortschreitenden Entwicklung nimmt die Resorptionstätigkeit des Zahnsäckchens an der Spitze der Keimalveole unter Anfüllung der Lakunen mit Riesenzellen an Intensität immer mehr zu, bis schließlich die

[31] Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1904.

die beiden Alveolen trennende Knochenschicht durchbrochen wird. Von dem Augenblick an beginnt auch das bis dahin an dieser nächstgelegenen Stelle untätige Periodontium des Milchzahnes seine resorbierende Tätigkeit. Es beteiligt sich an der Auflösung des Knochenseptums und bringt vor allem die zunächst gelegenen Partien des Zements und des Dentins zum Einschmelzen; endlich wuchert es auch in die Pulpa hinein, die sich jedoch ihrerseits noch vollständig indifferent verhält.

Schon ganz zu Anfang hatte an der Innenseite der Milchzahnalveole, und zwar an derjenigen Stelle, die dem Keim abgewandt ist, eine kräftige Resorptionstätigkeit von seiten der Wurzelhaut eingesetzt, die die Alveole von der Apex bis zum Zahnhals zum Einschmelzen bringt. Beiläufig bemerkt sind hier die Lakunen fast stets mit Rundzellen ausgefüllt; nur ausnahmsweise konnte Kallhardt eine Riesenzelle beobachten. Der Resorptionsprozeß bringt an dieser entgegengesetzten Seite der Milchzahnalveole allmählich den ganzen, in ihren Bereich fallenden Alveolenteil zum Schwund. Hierauf beginnt er, jedoch im geringeren Maß, die Milchzahnwurzel selbst anzugreifen. Die Lakunen fallen hier ebenfalls durch den Mangel an Riesenzellen auf.

Zu dieser Zeit hat auch an der anderen, dem Keim zugekehrten Seite die Wurzelhaut den dort gelegenen Alveolarteil eingeschmolzen und ist, Zement und Dentin auflösend, bis in die Pulpa vorgedrungen. Nunmehr beginnt das letzte Stadium (das dritte nach Kallhardt). Der bleibende Zahn ist bereits mit der Ausbildung seiner Wurzel beschäftigt und schickt sich zum Durchbruch an; der Milchzahn hat seine Aufgabe erfüllt und ist dem Untergang geweiht. Seine Pulpa, die sich bis dahin vollständig indifferent verhalten hat, vereinigt sich mit dem resorbierenden Gewebe des Zahnsäckchens und des Periodontiums und beginnt selbst eine äußerst intensive Tätigkeit, indem sie den Zahn von innen heraus zum Einschmelzen bringt. In diesem Stadium beobachtet man in jeder Lakune eine Riesenzelle. Am ausgiebigsten macht sich die resorbierende Tätigkeit in denjenigen Partien geltend, die in der Durchbruchsrichtung des bleibenden Zahnes liegen. Der Prozeß macht jetzt solche Fortschritte, daß in kurzer Zeit die Entfernung zwischen dem bleibenden Zahn und dem Rest des Milchzahnes sehr beträchtlich vergrößert wird und dem Durchbruch nunmehr nichts mehr im Wege steht.

An den Kallhardtschen Beobachtungen ist zunächst der eine Umstand bemerkenswert, daß beim Hund die erste Resorptionstätigkeit an der Alveole des temporären Zahnes, und zwar an der vom Keim abgelegenen Seite beginnt. Zwar wird derartiges gelegentlich auch beim Menschen beobachtet, jedoch dürften solche Fälle wohl als Ausnahmen anzusehen sein. In der Regel liegen die Verhältnisse beim Menschen, wie die meisten

Autoren[32] berichten, vielmehr so, daß die Resorptionstätigkeit, wenn sie erst bis zum Milchzahn vorgedrungen ist, an derjenigen Seite beginnt, die dem Keim benachbart ist und so auf das engste ihren genetischen Zusammenhang mit der Keimanlage dokumentiert.

Versuchen wir aus allen diesen Angaben uns ein Bild über die Resorptionsvorgänge bei der zweiten Dentition des Menschen zu entwerfen, so wäre demnach hier zu sagen, daß die Resorption zuerst von der Außenseite des Follikelsackes besorgt wird, im Laufe der Entwicklung auf das Periodontium und von da aus endlich im letzten Stadium des Prozesses auf die Pulpa übergreift.

Die Frage nach der Herkunft der Osteoklasten, die wir hier gleich mit behandeln wollen, ist bis heute noch wenig geklärt, und es herrschen hierüber in der Literatur die verschiedensten Ansichten. Einige Autoren bringen sie mit den Blutgefäßen des Resorptionsorgans in genetischen Zusammenhang. So leiten Pommer, Schaffer, Wegener und v. Ebner (Scheffs Handbuch I², S. 294) sie aus den Zellen der Gefäßwände ab; Recklinghausen läßt sie aus den Leukozyten entstehen. Wesentlich plausibler erscheint dagegen die zuerst von Kölliker geäußerte Ansicht, daß sie aus Bindegewebszellen herzuleiten seien. Hier müssen wir zunächst daran erinnern, daß es nicht die Myeloplaxen allein sind, denen die Resorptionstätigkeit zuzuschreiben ist; vielmehr sind, wie wir schon oben gesehen haben, von verschiedenen Forschern an Stellen von offenbar sehr lebhafter Resorptionstätigkeit nur Rundzellen in den Lakunen beobachtet worden. Für die Herkunft dieser Rundzellen aus dem Bindegewebe sind aber ganz bestimmte Anhaltspunkte vorhanden. Schon nach dem beschriebenen histologischen Bau des Resorptionsorgans ist die Annahme berechtigt, daß die Rundzellen aus der Proliferation des darunterliegenden neugebildeten Bindegewebes hervorgehen. Bestätigt wird diese Ansicht durch Adloff, der bei seinen Untersuchungen gefunden hat, daß die Rundzellen des Pulpawulstes an geeigneter Stelle die Resorption vollziehen können. Beiläufig sei ferner erwähnt, daß nach ihm auch die Odontoblasten, in welche die Rundzellen nach oben übergehen, sich an der Resorptionstätigkeit beteiligen und an der Stelle lebhaftester Auflösung dabei eine spindelförmige Gestalt annehmen.

Aus den oben geschilderten physiologisch-anatomischen Verhältnissen bei der Resorption lassen sich wertvolle praktische Konsequenzen ziehen.

---

[32] Tomes, S. 76, Wedl, S. 52, Baume, S. 98, Metnitz, S. 5, Treuenfels, S. 197. Alle Autoren, mit Ausnahme von Treuenfels, betonen jedoch, daß dieser Befund die Regel darstellt, daß aber das Auftreten des Resorptionsorgans an anderen Stellen nicht ausgeschlossen ist.

Wir sahen, daß besonders nach den Resultaten von Kallhardt und Treuenfels die Pulpa bei der Resorption eine hervorragende Rolle spielt. Wir sahen ferner auf Grund von klinischen Beobachtungen, daß Milchzähne mit zerstörter Pulpa wenige oder überhaupt gar keine Resorptionserscheinungen zeigen. Daraus ergibt sich für die Praxis die dringende Forderung, kindliche Zähne zur Herbeiführung einer normalen Resorption und damit einer normalen Dentition, sobald es die Verhältnisse gestatten, möglichst frühzeitig zu behandeln.

d) Die bei der Resorption wirkenden Kräfte.

Obwohl das Phänomen der Resorption schon seit längerer Zeit den Forschern bekannt ist, weiß man jedoch bis heute wenig über die Kräfte, die diese Prozesse hervorbringen, und muß sich zunächst nur mit mehr oder weniger begründeten Vermutungen begnügen. Die älteste Theorie nimmt an, daß der nachfolgende Zahn direkt durch seinen Druck die Resorption des Milchzahnes bewirke. So nehmen Rousseau und Nessel an, daß der bleibende Zahn durch seinen Druck auf die Gefäße und Nerven die Milchzahnwurzel zur Atrophie und dann zur Resorption bringe. Diese Anschauung ist indessen so primitiv, daß wir auf eine ausführliche Widerlegung verzichten können, die sich übrigens schon aus der oben gebrachten Darstellung der histologischen Verhältnisse von selbst ergibt[33].

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß das Resorptionsorgan mit seiner oberen Zellenschicht, nämlich den Myeloplaxen und Rundzellen, eventuell auch Odontoblasten (Adloff), das Resorptionsgeschäft besorgt. Aber auch hier entsteht wiederum die Frage nach dem Wodurch?

Zunächst könnte man ja an eine mechanische Wirkung der oberflächlichen Zellen des Organs denken, und zwar in der Weise, daß die Zellen durch amöboide Bewegungen die Hartgewebe abreiben, eine Möglichkeit, die Wedl ins Auge faßt. Wenn man jedoch in Erwägung zieht, wie hart die hier in Frage kommenden Gewebe sind und wie weich dagegen der Zellkörper selbst ist, so werden wir auch diese Erklärung ohne weiteres als unmechanisch ausschalten müssen. Es bleibt also nur noch die Möglichkeit übrig, die Auflösung der Hartgewebe auf chemischem Weg zu erklären, eine Vermutung, die schon Retzius 1837 aussprach.

Die chemische Theorie hat die größte Wahrscheinlichkeit für sich. Für sie spricht vor allem die Tatsache, daß, wie oben bereits erwähnt, auf Schliffen dieselben Erscheinungen auftreten, wie wir sie von der Karies her kennen, wo sie allgemein auf die Einwirkung eines chemischen Agens,

---

[33] Ausführlichere Auseinandersetzungen mit ihr finden wir bei Tomes S. 81, Baume S. 99, Decaundin und Dumont-Porcellet, nach Robin.

und zwar einer Säure, zurückgeführt werden. Seit längerem hat deswegen die Vermutung bestanden, daß es sich auch bei der Resorption um eine Säure handelt. Daß die Vermutung die wirklichen Verhältnisse trifft, dafür konnte ich den strikten Beweis führen, indem ich in einer großen Anzahl von Fällen bei der Extraktion kindlicher Zähne sowohl an der Resorptionsfläche des Zahnes wie auch an der Oberfläche des Resorptionsorgans, hier indessen nur dann, wenn keine Blutung auftrat, mit Lackmuspapier eine unverkennbare leichte Rotfärbung erzielte[34].

Über die Art dieser Säure sind jedoch die Ansichten der Forscher verschieden.

Tillmanns hält hier die Beteiligung der Kohlensäure für wahrscheinlich. Hiergegen ist indessen das Bedenken geltend zu machen, daß einfach kohlensaurer Kalk, $CaCO_3$, im Wasser so gut wie unlöslich ist (1 : 62.500 nach Bineau). Doppeltkohlensaurer Kalk, $CaH_2(CO_3)_2$, dagegen ist etwas leichter löslich (1 : 1015 bei 21° C nach Warrington), doch setzt dieses eine Übersättigung des Lösungsmittels mit Kohlensäure voraus, zudem ist dies eine so geringe Löslichkeit, daß sie in unserem Fall bei den relativ beschränkten Zeiträumen, mit denen wir rechnen müssen, wohl kaum eine Rolle spielen kann. Da nun aber die Zähne nur zum geringen Teil aus kohlensaurem Kalk, hauptsächlich aber aus Trikalziumorthophosphat bestehen, und die Phosphorsäure die Kohlensäure aus ihren Verbindungen mit Leichtigkeit austreibt, so ist es ganz ausgeschlossen, daß das Umgekehrte eintritt, das heißt die Kohlensäure den phosphorsauren Kalk auflöst.

Eine weitere Theorie geht dahin, daß Milchsäure bei der Resorption tätig sei, deren Vorhandensein in den verschiedensten Körperteilen bekanntlich feststeht. Dem ist aber entgegenzuhalten, daß bei der im Körper herrschenden Temperatur das Dentin in Milchsäure so gut wie unlöslich ist, wie ich durch Versuche, die ich längere Zeit hindurch fortgesetzt habe, nachwies. Diese Versuche stellte ich im Thermostaten und unter viel stärkeren Konzentrationsbedingungen, wie sie im Körper vorliegen können, an. (Daß in der Siedehitze Dentin von konzentrierter Milchsäure gelöst wird, ändert an diesem Befund natürlich nichts.) Außerdem ist nirgendwo ein Anhalt dafür gegeben, daß Milchsäure im Resorptionsorgan tatsächlich vorhanden sei.

Anders verhält es sich in dieser Hinsicht mit der von mir seit längerer Zeit aufgestellten Behauptung, daß es sich bei der Resorption um die Wirkung der Salzsäure handelt. Meine Versuche, auf die ich schon in der zweiten Auflage dieses Handbuches hinwies, bestanden darin, daß ich einen mit Ammoniak benetzten Glasstab über das Resorptionsorgan hielt. Diese

[34] Damit fällt auch die Ansicht, die Baume äußert, daß es nicht eine lokal gebildete Säure, sondern das Blutplasma sei, das den Zahn auflöse.

Versuche habe ich in der Zwischenzeit weiter fortgesetzt und auch in den meisten Fällen die Beobachtung machen können, daß sich hierbei ein wenn auch nur sehr zarter und hauchförmiger, aber doch unverkennbarer Salmiaknebel bildete. Dieser stand durchaus im Verhältnis zu der mutmaßlich vorhandenen geringen Säuremenge.

Hiermit dürfte die Frage nach den Kräften, mit denen das Resorptionsorgan seine Tätigkeit vollzieht, einigermaßen geklärt sein, doch wäre es interessant, wenn auch von anderer Seite diese nicht ganz leichten Untersuchungen nachgeprüft würden.

Eine weitere Frage entsteht nunmehr, woher stammt die Säure?

Ich glaube, die Annahme, daß sie durch das Blutserum zugeführt werde, kann bei der notorischen Alkaleszenz des Blutes von vornherein ausgeschlossen werden. Viel wahrscheinlicher ist die Ansicht, daß sie an Ort und Stelle im Protoplasma der Resorptionszellen selbst erzeugt werde, ähnlich wie in den Belegzellen der Magendrüsen.

Wo die gelösten Kalksalze bleiben, darüber sind bei dem Mangel an einschlägigen Untersuchungen bestimmte Angaben nicht zu machen. Es wäre ja möglich, daß sie entweder vom Serum direkt fortgeführt oder daß sie zunächst von den anliegenden Resorptionszellen aufgenommen und dann weiter transportiert werden.

Auf diese letzte Annahme ist nach den jetzigen Ergebnissen die sogenannte parasitäre Theorie reduziert, die annimmt, daß die Resorptionszellen die Absorption dadurch vollziehen, daß sie die Zahnsubstanz durch eine Art Phagozytose fortschaffen[35].

An dieser Stelle mögen noch kurz die Theorien einiger französischer Forscher erwähnt werden. Redier sowohl wie Malassez und Galippe glauben den Resorptionsvorgang dadurch erklären zu können, daß sie die Ähnlichkeit mit einer rarefizierenden Ostitis hervorheben, bei der gleichfalls Resorption und Neubildung miteinander abwechseln, bis endlich der destruktive Prozeß überwiegt. Daß sie mit diesem Hinweis zur Erkenntnis vom Wesen des Resorptionsvorganges viel beigetragen hätten, muß prinzipiell verneint werden. Zu irgendeinem unverständlichen Naturvorgang kann nie durch den Hinweis auf einen analogen, doch seinem Wesen nach ebenso unverständlichen Vorgang eine Erklärung geliefert werden, zumal wir dadurch über die wirkenden Kräfte in keiner Weise aufgeklärt werden. Endlich ist der Vergleich auch nicht ganz zutreffend, denn während bei der Ostitis mit der Resorption die eventuelle Neubildung einer der zu resorbierenden Substanz durchaus homologen Substanz abwechselt, ist hier die

[35] Die Angabe Kehrers, er habe Kalkkrümel im Plasma der jungen Zellen gefunden, ist durch andere Forscher nicht bestätigt worden und überhaupt schwer verständlich.

angelagerte Knochensubstanz von dem vorhandenen Dentin wesentlich verschieden. Das Verständnis des Wesens des Resorptionsvorganges ist demnach durch diese Arbeiten nicht gefördert worden.

e) Die Veranlassung zur Resorption.

Zum Schluß wäre noch die Frage zu erörtern, auf welchen Impuls hin das Resorptionsorgan seine Tätigkeit aufnimmt. Allgemein wird heutzutage wohl anerkannt, daß dem Einfluß des bleibenden Zahnes hierbei eine wesentliche, wenn auch nicht ausschließliche Rolle zukommt. Fraglich ist nun, wie dieser Einfluß zu deuten ist. Die alte Theorie, daß hierbei ein von dem bleibenden Zahn ausgeübter Druck eine wesentliche Rolle spiele, ist oben bereits zurückgewiesen worden. Neuerdings hat Kallhardt wieder auf den Druck zurückgegriffen und sucht in ihm die Veranlassung zur Entstehung der Resorptionsvorgänge, ohne daß indessen durch seine Ausführungen diese Ansicht an Wahrscheinlichkeit gewonnen hätte. Denn abgesehen von ihrer Unmöglichkeit in mathematisch-mechanischer Hinsicht, auf die wir hier nicht näher eingehen können, steht mit ihr in direktem Widerspruch die von ihm beobachtete Tatsache, daß gerade an der dem bleibenden Zahn nicht zugekehrten Seite Resorptionserscheinungen von sehr erheblicher Intensität auftreten, die mit dem bleibenden Zahn in keinem Zusammenhang stehen. Wenn bis hierher ein vom bleibenden Zahn ausgehender Druck seine Wirksamkeit entfalten sollte, so müßte dieses in viel stärkerem Maß an der Seite der Alveole stattfinden, die dem Ersatzzahn am nächsten liegt. Hier gibt er indessen selbst an, daß zu der Zeit, wo doch die Resorption dort bereits in voller Tätigkeit ist, von einem solchen Prozeß nichts vorhanden ist. Von einer Reizübertragung durch den Druck kann somit keine Rede sein.

Ein Einfluß des bleibenden Zahnes auf die Resorption ist jedoch unbestreitbar. Mechanischer Natur kann dieser indessen nicht sein; es bleibt demnach weiter nichts übrig, als hier physiologische Reize anzunehmen, wie auch Redier z. B. es tat. Wenn der Ersatzzahn in seinem Wachstum ein gewisses Stadium erreicht hat, so werden auf uns vorläufig unbekannte Weise Reize ausgelöst, die an passender Stelle, die näher oder entfernter liegen kann, Resorptionserscheinungen hervorrufen. Es finden hier ähnliche Vorgänge statt wie zur Zeit der Pubertät, wo, sobald der Genitalapparat eine gewisse Reife erreicht hat, die sekundären Geschlechtscharaktere sich zu entwickeln beginnen. Zum Beispiel ist der Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Spermazellen des Hirsches mit dem Wachstum seines Geweihes unverkennbar, denn ein kastrierter Hirsch setzt kein neues Geweih auf. Aber ebensowenig, wie wir hier zu sagen vermögen, welche

chemisch-physikalischen Gesetzmäßigkeiten diesen Zusammenhang vermitteln, ebensowenig vermögen wir zu sagen, wie es kommt, daß in einem gegebenen Zeitpunkt das Resorptionsorgan zu wirken beginnt und weiterwirkt.

Lagerung der bleibenden Zähne vor ihrem Durchbruch.

Untersuchen wir die ausgebildeten Kieferknochen eines zirka fünf Jahre alten Individuums, das die ersten Molarzähne eben bekommen hat, bei dem ferner die Milchzähne vollständig entwickelt sind, so werden wir die letzteren ein wenig getrennt voneinander finden, ein Beweis, daß das Kieferwachstum ein normales gewesen ist. Wenn wir in diesem Alter die Lamina externa und interna wegfräsen, so erhalten wir ein höchst interessantes Bild. Wir sehen, daß ein Teil der bleibenden Zähne regellos neben-, über- und untereinander liegt, ein anderer Teil wieder zwischen den Wurzeln der kindlichen Zähne sich befindet.

Diese Unregelmäßigkeit ist offenbar eine Folge davon, daß der kindliche Kiefer den Zähnen nicht genug Raum bieten kann, um sich in regelmäßiger Lage anzuordnen; diese müssen vielmehr den vorhandenen Raum, so gut es eben geht, ausnutzen.

Die permanenten Zentralschneidezähne, lingualwärts von den temporären Zähnen gelagert, liegen fast parallel zueinander. Die Schneiden der oberen sind etwas nach vorn geneigt, die entsprechenden unteren Schneidezähne stehen dagegen vertikal.

Die Lateralschneidezähne des Oberkiefers nehmen zu den Zentralschneidezähnen eine geneigte Stellung ein, die Schneiden stehen bald mehr nach vorn, bald mehr nach hinten gerichtet, so daß die Medialkante demzufolge bald die Distalfläche der Zentralschneidezähne bedeckt, bald von letzterer bedeckt wird. Die Distalflächen der Lateralschneidezähne liegen den Alveolen der ersten Bikuspidaten zugeneigt und berühren sie.

Im Unterkiefer sind die beiden Lateralschneidezähne von der Mittellinie abgewandt, kommen aber mit den ersten Bikuspidaten in Berührung.

Die oberen Eckzähne liegen in provisorischen Alveolen hoch oben unter der Orbita, mit der Längsachse medianwärts geneigt. Beim Heruntertreten drehen sich die Kronen etwas lateralwärts, wobei die Achse des Zahnes eine mehr senkrechte Stellung einnimmt. Im Unterkiefer liegen die Eckzähne sehr tief und mit ihrer Längsachse ebenfalls medianwärts geneigt. Auch hier dreht sich bei dem Emporrücken die Krone lateralwärts, richtet sich auf und rückt unmittelbar in den Raum des ausgefallenen kindlichen Eckzahnes.

Die Bikuspidaten liegen sowohl im Unter- wie im Oberkiefer zwischen den Wurzeln der kindlichen Molarzähne.

Zur Vervollständigung des Bildes soll auch hier schon kurz das Wachstum der beiden anderen Molarzähne, des zweiten und dritten, angeführt werden. Untersuchen wir einen mazerierten Schädel, in dem die ersten Molaren vollständig durchgebrochen sind, so finden wir die Vorbereitung zum Durchbruch des zweiten Molarzahnes schon eingeleitet. Die hinteren Kieferabschnitte sind in die Länge gewachsen; hinter den ersten Mahlzähnen machen sich kleine ovale Grübchen bemerkbar, die die Durchbruchstelle der beiden folgenden Molaren anzeigen. Nach Wegpräparierung der Fazialwand eines zirka achtjährigen Kiefers sieht man die noch wenig entwickelte Krone des zweiten Molarzahnes, die ungefähr bis zum 12. Jahr vollendet sein wird. Im hinteren Abschnitt der Zahnrinne sehen wir im Verlauf der Zeit wieder ein kleines Grübchen sich bilden, die Alveole für den dritten Molarzahn, dessen Durchbruch, wie bekannt, in die Zeit zwischen dem 17. und 24. Jahr fällt.

Zweite Dentition.

Durchbruch der Ersatzzähne (auch bleibende genannt) in den verschiedenen Zeitabschnitten mit Berücksichtigung eines größeren Spielraumes (Scheff).

Molares I_1	im	5.— 6.	Jahr
Incisivi centrales infer.	»	6.— 7.	»
» » super.	»	7.— 8.	»
» laterales infer.	»	8.— 9.	»
» » super.	»	9.	»
Prämolares I infer.	»	10.	»
» I super.	»	10.—11.	»
Canini infer.	»	11.—12.	»
» super.	»	11.	»
Prämolares II infer.	»	12.	»
» II super.	»	12.—13.	»
Molares II infer.	»	13.—14.	»
» II super.	»	14.	»
» III	vom	16.—24. bzw. 30.	»

Der Durchbruch der bleibenden Zähne.

Haben die Resorptionsvorgänge, die oben beschrieben wurden, den bleibenden Zähnen den Weg gebahnt, so treten diese in der eingangs geschilderten Weise durch. Da der Zahnhals bei weitem schmäler als der obere Kronenumfang ist, so wird die Alveole anfangs viel zu weit sein und

die Zähne können in diesem Stadium durch den leisesten Druck, wie z. B. Lippen- oder Zungendruck, sehr leicht von einer Seite auf die andere bewegt werden. Daher kommt es, daß selbst ein stehengebliebener Milchzahnwurzelrest den bleibenden Zahn von seiner normalen Richtung und Stellung abzulenken imstande ist. Der Resorption folgt aber eine Knochenneubildung, die sich um den Zahnhals bildet und schließlich den Zahn in der Alveole fixiert.

Die Durchbruchszeiten der einzelnen permanenten Zähne sind einmal auf statistischem Weg, zum anderen nach Präparaten bestimmt.

Saunders war der erste, der 1837 eine Monographie unter dem Titel »Die Zähne, ein Zeichen des Alters« veröffentlichte. Später hat S. Cartwright eine Tabelle zusammengestellt, die eine ganze Periode umfaßt und Resultate aus 3074 Fällen zieht.

Die zweite Dentition wird gewöhnlich durch das Erscheinen der ersten bleibenden Molarzähne, die aber auch zuweilen nach den Zentralschneidezähnen zum Durchbruch kommen, eingeleitet. In der Regel brechen zuerst am Ende des sechsten oder Anfang des siebenten Jahres die unteren und später die oberen durch, häufig auch schon früher.

Es folgt nun bis zum 12. beziehungsweise 13. Jahr der Wechsel der bleibenden Zähne. Die Gruppe der Schneidezähne braucht zu ihrem Durchbruch gewöhnlich die Zeit vom siebenten bis neunten Jahr.

Es folgen bis zum elften Jahr die ersten Prämolaren. Da der Flächendurchschnitt bei den Bikuspidaten kleiner ist als bei den kindlichen Molaren, so wird mit dem Durchbruch des ersten Bikuspis gleichzeitig ein größerer Raum für den Eckzahn geschaffen. Den ersten Bikuspidaten folgen bis zum 12. beziehungsweise 13. Jahr die zweiten Bikuspidaten und zu gleicher Zeit auch die Eckzähne. Die Reihenfolge beider Zahnarten ist sehr verschieden; oft kommen zuerst die Eckzähne und dann die zweiten Prämolaren, häufig aber findet auch das Umgekehrte statt.

Der Ersatz der Temporärzähne ist hiermit geschlossen. In der Zwischenzeit haben sich die Kiefer vom ersten Molarzahn nach hinten verlängert, die zweiten Molarzähne sind so weit entwickelt, daß die Kronen gegen die Oberfläche des Zahnfleisches vorrücken. Ist dies geschehen, dann bilden sich im hinteren Abschnitt des Alveolarteiles, wie schon beschrieben, die Grübchen für die dritten Molaren, und zwar an der Stelle, wo die zweiten Molarzähne lagen, als die ersten aus der Alveole hervorkamen.

Untersuchen wir die Kiefer unmittelbar nach dem Durchbruch der zweiten Molaren, so erscheinen sie vollständig besetzt, und es würden die dritten Molaren keinen Platz mehr haben, wenn nicht noch vom 16. bis 20. Jahr die Kiefer nach hinten zu weiterwüchsen.

Die Durchbruchszeit der dritten Molaren, der sogenannten Weisheitszähne, ist äußerst schwankend. Für gewöhnlich erscheinen sie zwischen

dem 17. und 24. Lebensjahr; in vereinzelten Fällen erst im 30., 40. oder sogar im späteren Lebensalter. Es gibt überhaupt keinen Zahn, der mehr Anomalien in bezug auf Form, Gestaltung und Durchbruch aufweist, als der dritte Molar.

Wie bei dem Durchbruch der Milchzähne, so können wir auch beim Wechsel der bleibenden Zähne häufig Anomalien der Durchbruchszeit beobachten. (Siehe Anomalien der Zähne.)

Ibbetson teilt zwei Fälle mit, wo bei dem einen, einem 10½jährigen Kind, bereits sämtliche 32 Zähne vorhanden, bei dem anderen, einem 3½jährigen, bereits drei mittlere Schneidezähne durchgebrochen waren.

Parreidt[36] beschreibt folgenden, von ihm beobachteten Fall: Bei einem fünf Jahre alten Mädchen, der Tochter eines Arztes, waren sämtliche Milchzähne bis auf den linken unteren bleibenden Mahlzahn gesund. Nach Angabe der Mutter hatte das Kind mit sieben Monaten die ersten Milchschneidezähne bekommen, mit dem Ende des zweiten Jahres sämtliche 20 Zähne. Im Alter von zwei Jahren und sieben Monaten brach auf jeder Seite des Unterkiefers der sechste, also erste bleibende Molarzahn durch, die oberen ersten Molarzähne waren zur Zeit der Untersuchung noch nicht durchgebrochen. So abnorme Dentitionen dürften doch etwas außerordentlich Seltenes sein.

Häufiger kommt ein später Durchtritt der bleibenden Zähne vor.

Wenngleich es keine seltene Erscheinung ist und auch von älteren und neueren Praktikern häufig genug beobachtet worden ist, daß besonders kindliche seitliche Schneide- oder Backenzähne weit über die normale Dentitionszeit noch nicht ersetzt waren, so dürften dennoch jene Fälle, bei denen noch in vorgerücktem Alter sämtliche Milchzähne vorhanden waren, sehr selten sein.

Fricke[37] in Lüneburg macht Mitteilungen über drei Fälle, von denen der erste auf glaubwürdiger mündlicher Mitteilung beruht, der zweite und dritte von ihm selbst beobachtet worden sind.

Baume und Scheff sprechen sich über diese Fälle dahin aus, daß sie nichts weniger als klar seien, und daß es sich nach ihren Beobachtungen nur um eine Verwechslung mit abnorm kleinen bleibenden Zähnen handeln dürfte.

Truesvell berichtet über einen Fall, wo sogar noch bei einem 54 Jahre alten Mann sämtliche Milchzähne vorhanden gewesen sein sollen, was gleichfalls wie beim Fall von Fricke auf Verwechslung beruhen dürfte.

---

[36] Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1887. — [37] Deutsche Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1868.

Dritte Dentition.

Die Kenntnis von der dritten Dentition reicht bis in das Altertum zurück. Schon Aristoteles sowie Eustachius und Albinus haben Fälle einer dritten Dentition beobachtet und mitgeteilt. In neuerer Zeit sind es Fauchard, Bourdet, J. Hunter, van Swieten, Haller, die solche Fälle gesammelt haben. Hufeland berichtet von einem alten Mann, der im 116. Lebensjahr acht neue Zähne bekommen haben soll, die nach sechs Monaten ausfielen, wieder durch neue ersetzt wurden, und so fort bis zum 120. Lebensjahr, so daß er in den letzten vier Jahren 50 neue Zähne bekommen hatte. (Dieser Fall beruht wahrscheinlich auf ungenauer Beobachtung. Scheff.) Seres beobachtete im Spitale de la Pitié zwei Fälle: der erste betraf einen 35jährigen Mann, der die beiden unteren Schneidezähne zum drittenmal gewechselt haben soll, der zweite einen 76 Jahre alten Mann, der nach einem Gallenfieber an Stelle des zweiten unteren linken Molarzahnes einen neuen Zahn bekam. Die Alveolarränder waren noch nicht geschwunden.

Chapin A. Harris bezweifelt ebenfalls nicht die Möglichkeit einer dritten Dentition und teilt auch mehrere Fälle von Patienten mit, die, nachdem sie einige Zeit zahnlos gewesen seien, plötzlich neue Zähne erhalten haben. Solche Zähne, meint er, liegen selten in Alveolen und haben entweder gar keine Wurzeln oder nur sehr verkümmerte.

Ähnliche Beispiele berichten Bisses of Krayton, M. Cum und andere; auch v. Langsdorff veröffentlicht eine Reihe von hierhergehörigen Fällen.

Neuere Forscher, von denen namentlich Busch[38] und Scheff[39] zu nennen sind, wenden sich indessen gegen die Auffassung solcher Vorkommnisse als dritte Dentition und vertreten vielmehr mit Entschiedenheit die Ansicht, daß es sich hier um weiter nichts als um eine verspätete zweite Dentition handle.

J. Scheff in Wien leugnet eine dritte Dentition und faßt sie vielmehr als eine verspätete zweite Dentition auf. Diese erleidet nach ihm in ihrem Verlauf dadurch eine Störung, daß die Absorption aufhört und der bleibende Zahn, der im Kiefer selbst seine Vollendung erfährt, retiniert wird.

Den Grund zu dieser Retention sucht Scheff hauptsächlich in folgenden drei Momenten: 1. Könne es neben der Absorption der Zahngewebe in deren Umgebung zur Knochenneubildung in dem Maße kommen, daß das Nachrücken des bleibenden Zahnes unterbrochen wird. Er bleibt in seiner Alveole unentwickelt zurück und kann erst im späteren Alter, wo es zur

[38] Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1886. — [39] Wiener medizin. Presse 1876.

Atrophie der Alveolen kommt, durchbrechen, oder 2. kann der Zahnkeim, wie jedes andere Organ, durch ungenügende Ernährung in der Entwicklung behindert sein, was sich in allen der sogenannten dritten Dentition angehörenden Zähnen schon makroskopisch nachweisen läßt, und endlich 3. waren die Kiefer in ihrem notwendigen Wachstum behindert gewesen, so daß der eine oder andere Zahn wegen der Kürze des Zahnbogens keinen Platz hat durchzubrechen, ohne daß er an einer anderen Stelle als sogenannter Überzahn zum Vorschein gekommen wäre. Nach dem Wegfall der retinierenden Ursachen kann das erfolgende Emporsteigen des Ersatzzahnes eine sogenannte Dentitio tertia vortäuschen.

Scheff führt nur eine Reihe von solchen Fällen an, die auf den zweiten Grund hinweisen. Die beiden anderen Momente kann er nicht durch Tatsachen belegen.

Seine Beobachtungen weisen darauf hin, daß der Inhalt der kleinen Hügel die auf niederer Entwicklungsstufe stehengebliebenen Ersatzzähne sind und in irgendeiner Zeit als Zähne einer sogenannten dritten Dentition zum Vorschein kommen.

Nach seinen Untersuchungen kommt Scheff zu der eine Zeitlang von fast allen Autoren adoptierten Ansicht, daß die angebliche dritte Dentition stets als verspätete zweite Dentition aufgefaßt werden müsse, und daß die Ursache der Verspätung eine gehemmte Entwicklung sei.

Wiewohl die uns von Scheff und anderen gegebenen Erklärungen für solche Fälle sehr klar und einleuchtend sind, so wird man auf der anderen Seite dennoch nicht leugnen können, daß es auch Fälle gibt, die, wenn sie richtig beobachtet worden sind, an eine echte dritte Dentition glauben lassen könnten.

So finden wir von Montigel-Chur[40] zwei Fälle seltener Dentitionsanomalien (dritte Dentition) beschrieben. Es handelt sich hier um Fälle abnormen Zahnens bei drei unter vier Kindern einer und derselben Familie. Die Eltern sind gesund und haben normal entwickelte Zähne. Ein Mädchen, das anomal gezahnt hat, ist gestorben. Von den drei lebenden Kindern zahnt der Knabe normal, die beiden Mädchen anomal. Diese abnorm zahnenden Kinder bekamen nach Aussage der Mutter im Alter von zehn bis zwölf Wochen einzelne Schneidezähne, welche jeweilig nur einige Wochen oder Monate blieben und dann wieder ausfielen, so daß immer nur wenige Zähne beisammen waren.

Diese Beobachtungen der Mutter bestätigt Montigel durch möglichst genau angestellte Untersuchungen, die durch den Umzug der Eltern leider gestört wurden und nur durch briefliche Mitteilung ergänzt werden konnten. An

[40] Österr.-ungar. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1888.

einer Reihe von Modellen beschreibt er nun die einzelnen Dentitionsphasen und sucht darzutun, daß man es mit Zähnen einer dritten Dentition zu tun hatte.

In der zweiten Auflage dieses Handbuches schrieb ich daher, die Möglichkeit einer dritten Dentition sei beim Menschen nicht ausgeschlossen, nur müßte hierbei sicher festgestellt werden, daß die Zähne der dritten Dentition unabhängig von den beiden anderen Zahnarten entstanden seien, daß ihre Zahnkeime sich erst gebildet haben, nachdem die Anlage und Entwicklung sämtlicher kindlicher und bleibender Zähne beendigt war.

Ein solcher Fall, der daher unser höchstes Interesse beansprucht, ist seitdem auch tatsächlich von Kersting[41] mit unzweifelhafter Sicherheit nachgewiesen worden. Kersting fand bei einem 26jährigen jungen Mann 31 Zähne des Ersatzgebisses, alle mit starken Hypoplasien bedeckt; ein erster Molar war bereits früher entfernt worden. Auch die drei übrigen ersten Molaren wurden weggenommen; bei einem dieser zeigten sich zwischen den Wurzeln deutliche Resorptionserscheinungen, und außerdem brach an seiner Stelle ein Zapfenzahn durch, dem sich später noch ein zweiter bukkalwärts neben einem Prämolar hinzugesellte, bei welchem charakteristischerweise die Hypoplasien fehlten. Fünf weitere noch im Kiefer lagernde Backenzähne konnten mit Röntgenaufnahmen festgestellt werden. Daß diese Zähne nicht als überzählige Glieder der zweiten Dentition aufzufassen sind, sondern später erst angelegt und entwickelt sein können, ergab neben anderen von Kersting angeführten Gründen der Umstand, daß ihnen die Hypoplasien fehlen, die die Zähne der zweiten Dentition auszeichnet, vor allem aber der Umstand, daß die Wurzelkanäle noch weit offen waren, während selbst die Weisheitszähne ihre Wurzeln schon geschlossen hatten. An eine Retention zu denken, wie die beiden vorhergehenden Forscher es tun, verbietet sich hiernach von selbst; es unterliegt daher keinem Zweifel, daß wir es in diesem Fall mit einer echten dritten Dentition zu tun haben.

Anderseits kann aber auch nicht bestritten werden, daß von den vielen als solche beschriebenen Fällen manche als Retentionen zu erklären sind, weswegen auch in Zukunft bei der Beurteilung solcher Fälle stets die strengste Kritik geübt werden sollte.

Wurzelbildung und -wachstum.

Wie über den Durchbruch der Zähne, so herrschen auch über die Wurzelbildung und das Längenwachstum der Wurzeln nach vollendetem Durchbruch verschiedene Ansichten.

Im allgemeinen betrachten wir den Durchbruch als beendet, wenn die Zahnkrone des durchbrechenden Zahnes mit denen der übrigen in

[41] Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. 1904.

gleicher Höhe steht. Die Wurzel hat zu dieser Zeit eine Länge von ungefähr fünf und mehr Millimetern, sie ist also im Wachstum noch weit zurück und muß bis zur Vollendung noch um 10—15 *mm* wachsen.

Die Frage, unter welchen Begleitumständen sich dieses Wurzelwachstum vollzieht und woher der für das Wurzelwachstum erforderliche Raum geschaffen werde, haben zuerst Wedl und Tomes zu beantworten gesucht.

Wedl behauptet, daß mit dem Längenwachstum ein Höhenwachstum des Kiefers Hand in Hand gehe, das sich verhältnismäßig rasch vollziehe. Die Ansicht von Tomes ist der Wedlschen ähnlich. Tomes führt nämlich an, daß z. B. die Wurzeln des oberen und unteren Molarzahnes die ganze Tiefe der Alveolen einnehmen. Die Alveole des oberen reicht bis zum Boden des Antrums, die des unteren bis zum Canalis alveolaris inferior. Nach dieser Richtung hin können also die Alveolen sich nicht mehr ausdehnen, sie müssen sich beim Wachstum der Wurzel notwendigerweise durch Anlagerungen an den freien Rändern vergrößern.

Diese Ansicht, daß also das Längenwachstum der Wurzeln das Höhenwachstum des Kiefers zur Voraussetzung habe, hat in Baume einen entschiedenen Gegner gefunden, der, von Einzelheiten abgesehen, seine Ansicht im ganzen recht glücklich zu verteidigen wußte. Das wesentlichste Moment, auf das er sich stützt, findet er darin, daß vom 6. bis zum 20. Jahre sechs Zahngruppen zu verschiedenen Zeiten durchbrechen und auch zu verschiedenen Zeiten ihr Wurzelwachstum vollziehen. Rechnet man nun für jede Wurzel noch 1 *cm* als diejenige Länge, um die sie nach dem vollendeten Durchbruch noch wächst und um die also nach Tomes-Wedl auch der Kiefer an Höhe zunehmen sollte, so müßte um diese Zeit der Kiefer um 6 *cm* in die Höhe gewachsen sein, was natürlich nicht der Fall ist. Die Tomes-Wedlsche Theorie kann somit nicht zu Recht bestehen.

Baume erklärt seinerseits den Vorgang durch die Annahme, daß die Wurzel gewissermaßen in den Kiefer hineinwachse. Dies kann, da sie die Alveole genau ausfüllt, nur unter gleichzeitiger Absorption am Alveolarboden geschehen. Die Existenz dieser Resorption kann Baume auch mikroskopisch nachweisen. Seine weiter gehende Behauptung, daß diese Resorption durch ein aus dem Knochenmark hervorgehendes Granulationsgewebe bewirkt werde, interessiert an dieser Stelle nicht und betrifft auch nicht das Wesen der Sache.

Jedenfalls erscheint es hiernach gesichert, daß in erster Linie, wenigstens für die zweite Dentition, durch Knochenresorption der für das Knochenwachstum erforderliche Platz geschaffen wird. Ganz ohne Grundlage ist aber auch die Kieferwachstumstheorie von Tomes und Wedl nicht; die von Tomes angeführten Beispiele lassen sich nur durch sie erklären. In gewissem Sinn bestehen also beide Theorien zu Recht.

Das Verhalten der beiden Kiefer während der zweiten Dentition.

Hunter und Fox gelangten durch Messung an mazerierten Unterkiefern zu dem Satz, daß nach vollendeter erster Dentition die Kieferteile, in denen der Milchzahnersatz gelagert ist, nicht mehr wachsen. Hunter war der erste, der diesen Satz aufstellte; Fox schloß sich diesem im wesentlichen später an. Doch hat Fox aber schon die klinische Beobachtung gemacht, daß sich die Milchzähne im Alter von fünf bis sechs Jahren voneinander entfernen, eine Tatsache, die später Delabarre[42] für das Längenwachstum des Knochens nach Vollendung der ersten Dentition geltend zu machen versuchte. Weiterhin konnte auch Th. Bell[43], der seine Resultate nicht durch Vergleich verschiedener Kiefer, sondern durch Untersuchung ein und desselben Kiefers in verschiedenen Stadien zu gewinnen sucht, feststellen, daß die zehn vorderen bleibenden Zähne einen weiteren Bogen als die vorangegangenen Milchzähne einnehmen. Auch Ch. Harris[44] schließt sich dieser Ansicht an. Die Breiten- sowie die Höhendimensionen der vorderen Knochenteile nehmen nach ihm bis zur Vollendung der zweiten Dentition und darüber hinaus noch zu. Wedl hat diese Ansicht am vollständigsten ausgearbeitet. Sollen beide Kiefer die volle Anzahl der permanenten Zähne aufnehmen können, so sagt er, dann müssen sie einmal in die Länge, zum anderen in die Dicke wachsen. Die Kieferbogen erweitern sich, und die Erweiterung in die Dicke kommt dadurch zustande, daß an der Fazialwand Knochen produziert, an der Lingualwand Knochenmasse resorbiert wird. Mit diesem Prozeß muß eine interstitielle Resorption Hand in Hand gehen, da sonst die Zähne, an der Fazialwand mit neuen Knochenmassen bedeckt, lingualwärts gedrängt würden, wogegen in Wirklichkeit die Zähne nach vorwärts, also labialwärts, gedrängt werden.

Dieselben Prozesse, wie bei dem Wachsen in die Dicke, spielen sich auch beim Längenwachstum in der Weise ab, daß sich z. B. neue Knochenmassen an der Hinterseite der Proc. condyloidei und coronoidei ablagern und an den Vorderseiten dieser Fortsätze Knochenmasse resorbiert wird.

Am Oberkiefer finden an der Tuberositas dieselben Wachstumserscheinungen statt und fällt ihr im allgemeinen dieselbe Rolle zu wie der Basis des Proc. coronoideus für den Unterkiefer.

John Tomes verdanken wir eine sehr eingehende und übersichtliche Beschreibung über das Verhalten des Proc. alveol. während der zweiten Dentition, die, soweit ich die Literatur über diesen interessanten Abschnitt verfolgen konnte, bisher durch eine bessere nicht ersetzt worden ist.

---

[42] Seconde dentition 1819. — [43] Anatomy, Phys. and diseases of the teeth 1835. — [44] The principles and practice of dental surgery 1858.

Die Bildung der Proc. alveol. beginnt, sobald die Zahnkeime sich entwickelt haben; dieselben reichen bis zur Zeit der Geburt bis etwa zur Höhe der Zahnkeime. Zwei bis drei Monate später ist ihr Wachstum derartig fortgeschritten, daß sie sich über die Keime wölben und dieselben in sich einschließen. Haben aldann die kindlichen Zähne ihr Kronenwachstum vollendet und ihr Wurzelwachstum begonnen — also zur Zeit des Durchbruchs —, dann werden die vorderen, das heißt die labialen respektive bukkalen Alveolarwände von ihrem oberen Teil bis etwa zur Hälfte nach der Tiefe zu resorbiert. Nach dem Durchtritt jedoch beginnen sofort wieder die Alveolarfortsätze von neuem zu wachsen, zeigen diesmal jedoch eine geringere Wachstumsenergie, indem sie nicht schnelleres wie vorher, sondern gleiches Wachstum wie die Zahnkeime erkennen lassen.

Sind die permanenten Zähne in ihrem Wachstum so weit fortgeschritten, daß sie sich zum Durchtritt anschicken, dann treten ebenfalls wieder Resorptionsprozesse an den Alveolarwänden auf, dieses Mal jedoch in der Weise, daß die vorderen Alveolarwände bis zum Zahnhals des nachrückenden Zahnes freigelegt werden. Da nun aber, wie wir gesehen haben, die Zähne der zweiten Dentition eine ganz unregelmäßige Reihe im Kiefer bilden, so muß, da der Resorptionsprozeß stets nur bis zu der dem Zahnhals entsprechenden Stelle reicht, auch die Resorptionslinie dementsprechend eine ganz unregelmäßige sein.

Sollten jedoch, was auch häufig vorzukommen pflegt, kindliche Zähne längere Zeit über ihre durchschnittliche Durchbruchszeit im Kiefer verbleiben — Tomes gibt uns hierfür ein sehr instruktives Bild —, dann steigen sie mit ihren Alveolarrändern entweder höher als bei normalen Verhältnissen empor, so daß sie z. B. den Alveolarrand der bleibenden Zähne überragen; oder aber sie erreichen nicht das allgemeine Niveau und stehen alsdann tiefer als die übrigen Zähne. In diesem Fall werden die Milchzähne durch die sie überragenden Zähne am Emporsteigen gehindert.

Beide Fälle geben dem Praktiker für die Regulierung anomaler Zahnstellungen wichtige Fingerzeige.

Retention; Rudimentärzähne; Verwachsung des Zahnbeins mit dem Knochen.

Von

J. Scheff.

1. Retention und Halbretention der Zähne.

Unter Retention der Zähne verstehen wir das Zurückbleiben derselben im Kiefer, so daß sie zu der für sie bestimmten Durchbruchszeit nicht erschienen sind. Wir unterscheiden eine totale und eine Halbretention. Die erstere bezeichnet das vollständige Zurückbleiben eines Zahnes im Kiefer, die letztere bezieht sich auf die nur halb durchgebrochene Krone, während der restliche Teil derselben noch in der Alveole verblieben ist. Es können sowohl Zahnkeime als auch Milch- und bleibende Zähne von der Retention betroffen werden, die letzteren jedoch häufiger als die ersteren.

Ein Zahnkeim kann unentwickelt als solcher retiniert bleiben, im Verlaufe vollkommen zur Ausbildung gelangen und als fertiger Zahn im Kiefer zurückgehalten werden. Fehlt in einer gesunden Zahnreihe eines jugendlichen Individuums ein oder der andere Zahn, so ist mitunter schwer zu entscheiden, ob er infolge von Retention oder aus anderen Gründen — vorzeitige Extraktion — nicht vorhanden ist. Immerhin berechtigt das Fehlen eines Zahnes bei sonst normal gestellter Zahnreihe die Annahme einer Retention. Größere Wahrscheinlichkeit spricht für eine solche, wenn wir über jener Stelle, an der der Durchbruch des fehlenden Zahnes hätte statthaben sollen, eine kugelige Auftreibung vorfinden, die nicht als krankhaft bezeichnet werden kann, und ebenso wenn nach einer Inzision daselbst ein harter Körper mit der Sonde zu fühlen ist. Zur vollen Erkenntnis und Sicherstellung der Diagnose beim Lebenden gelangen wir erst durch eine Röntgenaufnahme, die in der Zahnheilkunde oft zur Anwendung gelangt und die jeden Zweifel in der Diagnose behebt. Die meisten, namentlich die von Salter beschriebenen Fälle sind erst nach dem Tode der Patienten bekannt geworden, denn es wurden die Zähne, deren Retention vermutet wurde, mit Meißel und Hammer freigelegt, sind demnach im

Leben nicht mit Sicherheit diagnostizierbar gewesen. Unter solchen Umständen bleibt für die weitere Beurteilung sowie für die daraus sich ergebenden notwendigen Maßnahmen als einzig sicheres Mittel eine gute,

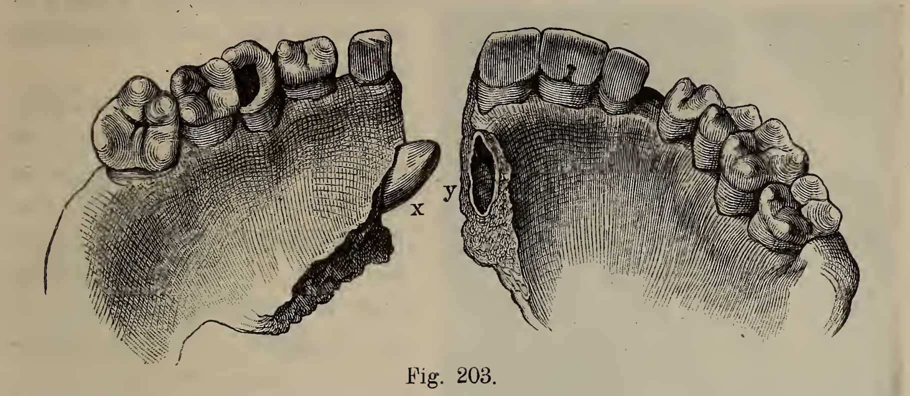


Fig. 203.
Oberkiefer eines 24jährigen Soldaten, dessen Besitz ich meinem Bruder Dr. Gottfried Scheff verdanke. Beim senkrechten Durchschneiden, um die Nasenschleimhaut zu untersuchen, wurde der querliegende rechte Eckzahn getroffen, der auch auf der betreffenden Seite in der Zahnreihe fehlt. x die Krone des retinierten Zahnes; y der Hohlraum, in welchem die letztere steckte. Nat. Größe.

den Verhältnissen entsprechende Röntgenaufnahme. Wir ersehen daraus vor allem die Verschiebung oder die Verlagerung des retinierten Zahnes, und was insbesondere von Wichtigkeit ist, die jeweilige Richtung der Krone beziehungsweise ihrer Wurzel, womit gleichzeitig der einzuschlagende Weg der vorzunehmenden Therapie gegeben ist. Die Lage eines retinierten Zahnes im Kiefer ist sehr verschieden. Entweder ist sie eine horizontale, so daß die Krone nach der einen und die Wurzel nach der entgegengesetzten Richtung sieht (Fig. 203 und 204), oder der Zahn hat sich senkrecht aufgestellt, wodurch seine Krone die Möglichkeit des normalen Durchbruchs einbüßt. Zu den abnormen Durchbruchsstellen gehört die Highmors- und Nasenhöhle. Fig. 205 zeigt die beiden Zahnreihen eines mazerierten Schädels, bei welchem der rechte große Schneidezahn im Oberkiefer fehlt. Er blieb retiniert, war in vivo unsichtbar und ist erst nach der Mazeration des Schädels in der Nasenhöhle gefunden worden. Der Zahn war

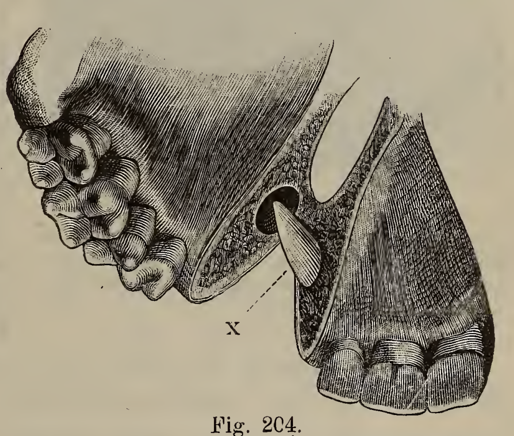


Fig. 204.
Derselbe Oberkiefer: senkrechter Durchschnitt durch jene Stelle, wo der linke Eckzahn aus der Zahnreihe fehlte. x die Wurzel des retinierten linken Eckzahnes.

mit der Krone gegen dieselbe gelagert und im weiteren Vordringen längs der Scheidewand nicht behindert gewesen. Er dürfte die Nasenhöhle verengert, aber keine anderen Beschwerden verursacht haben, so daß der Besitzer wahrscheinlich keine Veranlassung hatte, sich untersuchen zu lassen.

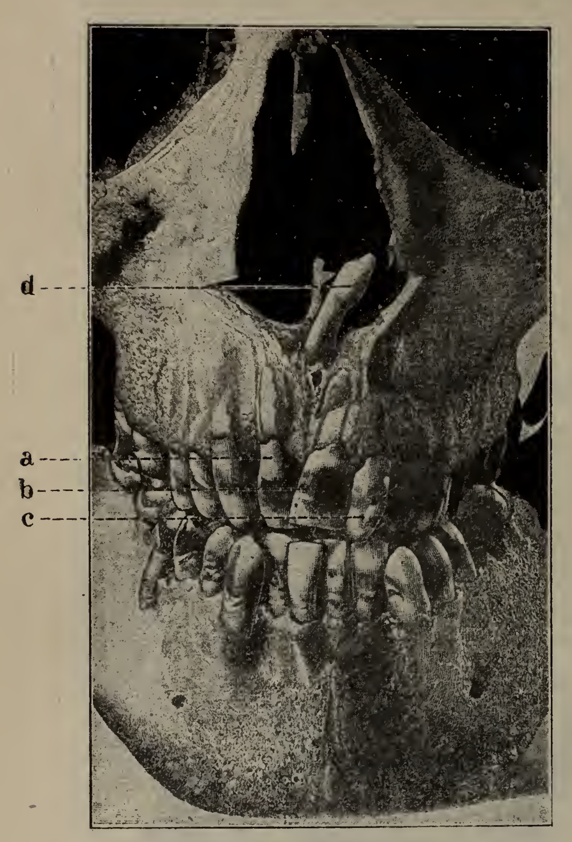


Fig. 205.

d Rechter großer Schneidezahn in der Zahnreihe fehlend und nach der linken Nasenhöhle durchgebrochen. *a* Linker Eckzahn. *b* Linker großer Schneidezahn. *c* Linker kleiner Schneidezahn.

Die meisten retinierten Zähne verbleiben im Kiefer und kommen daselbst, trotzdem sie in ihrem Durchbruch aufgehalten sind, zur vollständigen Entwicklung. Ist die Lagerung des retinierten Zahnes keine abnorme, so finden wir ihn zumeist auch bei späterer Untersuchung immer an seinem ursprünglichen Platz, während der Milchzahn, an dessen Stelle der retinierte Zahn treten sollte, für gewöhnlich in der Reihe der bleibenden Zähne als solcher stehenbleibt.

Die Retention befällt alle Zahngruppen, zumeist die oberen Eck- und die zentralen Schneidezähne, weniger häufig die Prämolaren; im Unterkiefer die zweiten Prämolaren, die Eck- und seltener die Schneide- und Weisheitszähne[1]. Beifolgende Bilder zeigen die Retention oberer Eck- und Schneidezähne in der Röntgenaufnahme, Fig. 206, 207 und 208.

Einzelne Autoren sind der Ansicht, daß sich in allen Fällen, wo ein Milchzahn über die normale Zeit in der Zahnreihe zurückgeblieben ist, unter demselben der bleibende Zahn retiniert befindet. Daß dies nicht immer der Fall ist, beweist die große Anzahl von Schädeln vorgerückten Alters, die ich im hiesigen anatomischen Universitätsinstitut daraufhin untersucht habe und bei welchen nur in zwei Fällen hinter dem zurückgebliebenen Milch- der permanente Zahn zu finden war. Nichtsdestoweniger sind viele

[1] Zuckerkandl erwähnt einen Fall, bei welchem alle vier Eckzähne retiniert waren, und in Fig. 203 und 204 sehen wir beide Eckzähne im Oberkiefer retiniert.

Fälle von Retention bei den Frontzähnen des Oberkiefers erst seit der Einführung der Röntgenstrahlen nachweisbar geworden.

Milcheckzähne im Oberkiefer und die unteren zweiten Milchmolaren verbleiben oft bis über das 50. Lebensjahr hinaus, was bei den anderen Milchzahngruppen weniger der Fall ist. Manchmal findet man im vorgerückten Alter den zweiten unteren Milchmolar festsitzend und zum Kauen geeignet, eine Erscheinung, die sich in einzelnen Familien auf mehrere Mitglieder erstreckt.

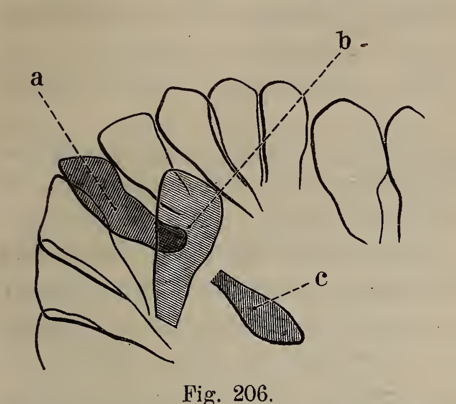


Fig. 206.

Bei *a* ein dem Eckzahn ähnlicher Supplementärzahn. *b* Retinierter linker großer Schneidezahn in der Spongiosa des Alveolarfortsatzes liegend; über diesem in der Spongiosa des harten Gaumens ein sogenannter Griffelzahn *c*.

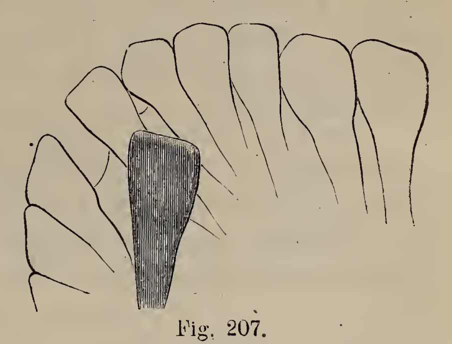


Fig. 207.

Derselbe Oberkiefer nach Extraktion des Supplementäreckzahnes *a*.

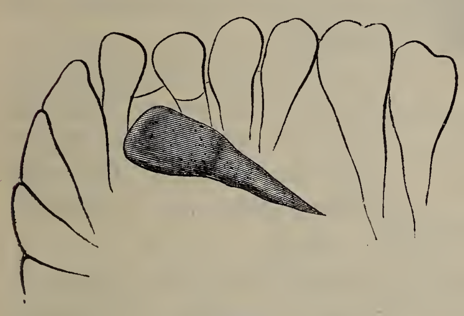


Fig. 208.

Ein schief gegen die Wurzel des kleinen Schneidezahnes gelagerter retinierter Eckzahn.

Unterzahl der Zähne bei sonst dicht gestellter Zahnreihe gibt keinen Beweis für die Retention fehlender Zähne.

In der Literatur finden wir eine große Zahl von retinierten Zähnen aller Zahngattungen verzeichnet, unter diesen erscheint zumeist der Eck- und Backenzahn vertreten.

J. Tomes[1] erwähnt einen retinierten Mittel-, Wedl[2] einen seitlichen Schneidezahn.

Fig. 209 zeigt den Oberkiefer eines Soldaten, bei welchem der rechte große Schneidezahn retiniert ist (*d*), statt dessen erscheint in der Zahnreihe ein überzähliger kleiner Schneidezahn eingeschaltet, der überdies um mehr als 90° gedreht ist.

---

[1] J. Tomes, Ein System der Zahnheilkunde, 1861.

[2] Wedl, Pathologie der Zähne. 1870.

Am häufigsten sind Retentionen der Eckzähne beobachtet und beschrieben worden. Erwähnenswert sind die Arbeiten über Retention der Zähne von S. Albinus, J. F. Meckel, J. Tomes (l. c.), C. Wedl (l. c.), Magitot[1], Baume[2], Holländer, J. Scheff[3], Williger, Korrespondenzblatt f. Zahnheilk. 1909, Bünte und Moral (Retention I Mol.), D. Monatsschrift f. Zahnheilk. 1909, Kallhardt, D. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1905, Bruno Klein über Retention der Zähne, Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1915.

Im Falle Williger handelt es sich, wie er angibt, »um resorbierendes Gewebe, das vom Periodontium aus in den retinierten Zahn eingedrungen und nachträglich wieder zum Teil verknöchert ist«.

Retention des ersten Prämolaren kommt nicht häufig vor, Wedl und Tomes beschreiben derartige Fälle. Dagegen erscheint der zweite Prämolar sehr häufig retiniert, und Tomes bespricht einen Fall, wo der rechte zweite Backenzahn im Unterkiefer nicht durchgebrochen war, während seine Wurzel weit hinten lag. Meckel beobachtete im Oberkiefer einen zweiten Prämolar, dessen Krone die Richtung nach oben hatte.

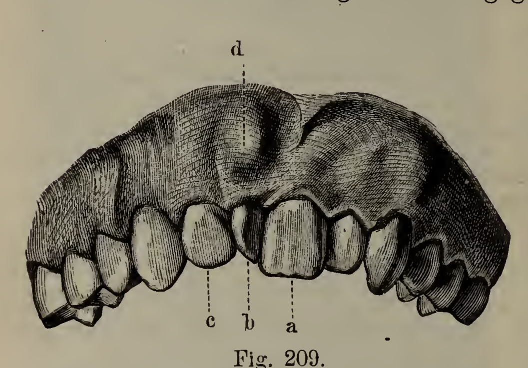


Fig. 209.

a Linker Zentralschneidezahn. *b* Um 90° gedrehter supplementärer kleiner Schneidezahn. *c* Kleiner Schneidezahn. *d* Retinierter großer rechter Schneidezahn.

Was die Mahlzähne anbelangt, so kommt die Retention des ersten derselben selten, dagegen die des dritten (Dens sapientiae) häufiger vor. — (Scheff, Retention des Weisheitszahnes, Fig. 355 [III. Aufl.]).

Salter[4] berichtet über eine Anzahl retinierter Zähne, die deshalb erwähnenswert sind, weil der Ort, wo dieselben gefunden wurden, nicht häufig ist, und zwar beschreibt er einen linken unteren Bikuspis dicht hinter und über dem Foramen mentale, gleichzeitig auch einen an der rechten Seite desselben Unterkiefers, weiter den Unterkiefer eines Kindes, in welchem sämtliche Milchzahne vorhanden sind und zwischen Kinn und Kieferwinkel (nach Entfernung der äußeren Knochenplatte) ein Molar in horizontaler Richtung retiniert war.

---

[1] Magitot, Traité des anomalies du système dentaire chez l'homme etc. nach einem Referat.

[2] Baume, Lehrb. der Zahnheilk. III. Aufl.

[3] Scheff, Lehrb. der Zahnheilk. II. Aufl.

[4] Salter, Deutsche Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1876.

Ferner beschreibt er einen Oberkiefer, in welchem der linke bleibende Eckzahn im Proc. palat. dicht hinter den Alveolen der mittleren und seitlichen Incisivi eingebettet erscheint. Bei einer Frau, die 103 Jahre alt starb, fand er sämtliche Alveolen verstrichen, aber an einer Stelle des Unterkiefers den Weisheitszahn eben im Durchbruch begriffen.

Es kommt mitunter vor, daß retinierte Zähne, nachdem sie schon lange im Kiefer zurückgehalten worden waren, dennoch durchbrechen, aber keine normale Stellung einnehmen, sondern meist schräg stehenbleiben oder sich horizontal auf das Zahnfleisch legen.

Salter fand bei einer 70jährigen Frau, deren sämtliche Zähne bereits seit Jahren ausgefallen waren, einen länglichen Tumor am vorderen Alveolarrand des linken Oberkiefers. Allmählich öffnete sich das Zahnfleisch, und der linke bleibende Eckzahn trat in vollständig horizontaler Richtung in der Achse des Kieferbogens zutage.

Eine größere Anzahl ähnlicher Fälle in Gipsabdrücken besitzt das Museum des Wiener zahnärztlichen Instituts, in welchen die oberen Eckzähne zwischen dem 50. und 60. Lebensjahr durchgebrochen sind und eine abnorme Stellung einnehmen.

Godard[1] fand einen zweiten unteren, vollständig entwickelten Molar unter dem Alveolarrand.

Viel häufiger kommt sowohl im Unter- wie auch im Oberkiefer eine Retention der dritten Molaren (Weisheitszähne) vor. Häufiger als im Oberkiefer begegnet das Erscheinen des unteren Weisheitszahnes großen Schwierigkeiten, indem der für ihn bestimmte Raum nach vorn durch den zweiten Molar, nach rückwärts durch die der Senkrechten sich nähernde Stellung des aufsteigenden Unterkieferastes derart eingeengt ist, daß sein Durchbruch mit den bekannten Entzündungserscheinungen im Gefolge unmöglich wird (s. Dentitio difficilis). Bleiben die Hindernisse für den Durchtritt bestehen, so strebt der Zahn nach einer Richtung zu gelangen, wo er geringeren Hindernissen begegnet. Seine Entwicklung erleidet keine Unterbrechung.

Er lagert innerhalb des Alveolarrandes, wobei seine Stellung in den meisten Fällen von der Vertikalen abweichend ist. Die Krone kann nach vorn und die Wurzel schräg nach rück- und abwärts gelegen sein, so daß der Zahn in seiner ganzen Länge mit der Kieferbasis einen spitzen Winkel bildet, oder die Neigung erfolgt derart, daß er eine fast vollständig horizontale Lage einnimmt. Er bleibt, ohne weitere Schwierigkeiten zu verursachen, im Kiefer retiniert (Fig. 210). Nicht selten findet man die Krone des Weisheitszahnes mit der ganzen Kaufläche gegen die Zunge

[1] Godard, The Anat. and Physiol. of the Human teeth. Philadelphia 1844

gerichtet, während die entgegengesetzte Stellung der Krone (gegen die innere Fläche der Wange) wohl seltener vorkommt. In den beiden letzteren Fällen ist ein Teil der Krone sichtbar, weshalb solche abnorm gestellte Zähne nicht mehr zu den retinierten gezählt werden können. Im Oberkiefer findet man den Weisheitszahn sehr häufig in vollständiger Retention. Er liegt dann quer und ist vom Zahnfleisch ganz bedeckt; da er nach rückwärts an die größtenteils spongiöse Tuberositas maxillae anstößt, kommt es hier seltener zu jenen Druckerscheinungen mit nachfolgender Entzündung, wie wir sie im Unterkiefer häufig beobachten.

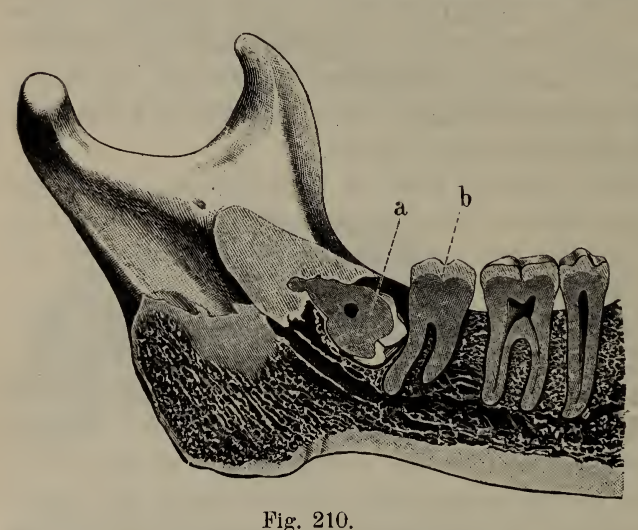


Fig. 210.
Horizontale Lage des Weisheitszahnes (*a*), dessen Kronenfläche die distale Wurzel des zweiten Molaren (*b*) berührt.

Mitunter kann ein retinierter Weisheitszahn durchs ganze Leben ohne die geringsten Beschwerden getragen werden, und nur in jenen Fällen, wo der zweite Molar, durch Karies zerstört, extrahiert werden muß, wird man auf den im Kiefer zurückgehaltenen Weisheitszahn aufmerksam. Verwachsungen der oberen zweiten Molarwurzeln mit denen des Weisheitszahnes, die als die häufigsten benachbarten Zahnwurzeln in den verschiedensten Winkelstellungen zueinander vorkommen, führen nicht selten zur Retention des letzteren (siehe Anomalien der Zähne).

Nicht nur einzelne, sondern auch mehrere Zähne derselben Seite können sowohl im Ober- wie auch im Unterkiefer der Retention unterworfen sein. Früher war man der Ansicht, daß höchstens zwei Zähne derselben Seite, zumeist nicht nebeneinander stehend, retiniert sein können. Diese Anschauung wurde durch später bekanntgewordene Fälle widerlegt.

Wedl beschreibt einen Fall, bei welchem zwei nebeneinander stehende Zähne — der linke Eck- und der anstoßende erste Backenzahn eines Unterkiefers — nicht zum Durchbruch gekommen sind. Ein anderer instruktiver Fall ist in seinem Atlas abgebildet.

Baume vertritt die Ansicht, daß eine Retention von mehreren nebeneinander stehenden Zähnen in hohem Grad unwahrscheinlich sei. In der Tat gelang es ihm nicht, einen solchen Fall zu beobachten.

Zuckerkandl[1] war der erste, welcher diese Ansicht bestritt. Er fand einen Schädel zu Kuchl (Herzogtum Salzburg) — männliches Individuum — in welchem drei nebeneinander stehende Zähne im Oberkiefer retiniert waren. Mit Ausschluß der anderen anatomischen Details will ich Zuckerkandls Beschreibung über diesen Fall kurz wiedergeben.

»Der Alveolarfortsatz ist infolge von seniler Atrophie verkürzt; die Alveolen selbst bis auf ein kurzes, enges Röhrchen, welches sich an Stelle des linken lateralen Schneidezahnes befindet, geschwunden. Das Gaumengewölbe durch den atrophischen Alveolarfortsatz flach gelegt. Die Wände der Kiefer dünn und durchscheinend. Das hintere Ende des Alveolarfortsatzes beiderseits gewulstet, knopfartig aufgetrieben, sein freier Rand rechterseits gelockert, mit vielen Lücken und zwei Grübchen versehen, von welch letzteren ich nicht annehmen möchte, daß sie ehemals zu Zahnalveolen gehörten.«

»Der Kiefer der rechten Seite besitzt eine Vorwölbung, welche am Alveolarfortsatz durch ein 16 *mm* langes und 14 *mm* breites unregelmäßiges Loch geöffnet ist. In diesem unregelmäßigen Raum stecken die nicht zum Durchbruch gelangten Kronen dreier bleibender Zähne, und zwar des rechten Eckzahnes und der beiden nachbarlichen Backenzähne. Von der Lücke des Alveolarfortsatzes aus sieht man die Kronen der drei retinierten Zähne; die Krone des Eck- und vorderen Backenzahnes übersieht man beinahe in ihrem ganzen Umfang, vom zweiten Backenzahn hingegen bloß ein Stückchen.«

Durch diesen Fall ist die Retention von drei nebeneinander stehenden bleibenden Zähnen nachgewiesen.

Ursachen der Retention: Diese sind entweder in einer Anomalie der Kieferknochen oder in einer solchen der retinierten Zähne oder in abnormen Durchbruchsverhältnissen zu suchen. Aber auch anderweitige Ursachen, die vielleicht mit der Entwicklung zusammenhängen, wie nicht minder Konstitutionsanomalien können auf das Zustandekommen der Retention Einfluß nehmen, obwohl die der letzteren Art sehr schwer nachzuweisen sind. Mißverhältnis des Kieferknochens zu den durchbrechenden Zähnen und die Hindernisse beim Durchbruch der Zähne selbst, sind zumeist die Hauptursache der Retention, welche demnach bedingt werden kann: 1. dadurch, daß der entsprechende Milchzahn zu lange in seiner Alveole verbleibt, weshalb der nachrückende Zahn in die für ihn gehörige

[1] Zuckerkandl, Mediz. Jahrbücher.

Zelle nicht eintreten kann; 2. dadurch, daß die für den permanenten Zahn bestimmte Alveole bereits von einem Nachbarzahn eingenommen wird, die weitaus häufigste Ursache für die Retention des oberen Eckzahnes; 3. durch Verwachsung der Wurzeln zweier benachbarter Zähne, wie sie häufig zwischen den oberen Weisheitszähnen und den Wurzeln des zweiten Molars vorkommt; 4. durch zu frühen Verlust des Milchzahnes mit nachfolgendem knöchernem Verschluß der Alveolardecke; 5. durch pathologische Veränderungen des Knochens in der Umgebung des retinierten Zahnes, wie Knochenauflagerung, Neubildungen oder anderweitige Beeinflussung; 6. durch abnorme Stellung und Lagerung der benachbarten Zähne, welche eine Raumverengung bedingen; 7. durch einen abnorm kurz entwickelten Kiefer, hauptsächlich des Unterkiefers (Retention des unteren Weisheitszahnes, wenn der zweite Molar sich an den aufsteigenden Kieferast anlehnt, wodurch der Weisheitszahn keinen Platz zum Durchbruch hat (Tomes); 8. durch Verwachsung des Zahnes mit dem ihn umgebenden Knochen (Scheff); selten beobachtetes Vorkommen (Fig. 233); 9. durch abnorme Stellung und Lagerung eines Zahnes infolge unvollkommener Entwicklung seiner Krone und Wurzel; 10. durch abnorme Verengerung der Kieferbogen.

F. Luniatschek (Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Juli 1906) nimmt bloß jene Zähne als retiniert an, die niemals zum Durchbruch gekommen sind, während er diejenigen, die lange nach der normalen Durchbruchszeit erscheinen, bloß als Dentitio tarda bezeichnet. Ich bin nicht der gleichen Anschauung, denn viele retinierte Zähne kommen früher oder später, wenn die Hindernisse beseitigt sind, zum Durchbruch, es ist dies bloß eine Frage der Zeit; jene Zähne, die nie zum Vorschein kommen, können wenn kein Radiogramm vorliegt, auch nicht als retiniert diagnostiziert werden, somit kann auch auf sie die Bezeichnung Dentitio tarda nicht angewendet werden, während jene Zähne, die mittels Röntgenogramms als retiniert nachgewiesen sind, in der einen oder anderen Form zum Durchbruch gelangen, sei es durch Platzbeschaffung oder dadurch, daß wir sie mittels Zugs, Freilegung ihrer Decke usw. gewaltsam hervorziehen. Ich glaube, daß meine eingangs gegebene Definition dem Begriff der Retention besser entspricht. Unter den bekannten Ursachen für die Retention gibt Luniatschek auch die »primäre Verlagerung von Zahnkeimen an, das heißt die Zahnkeime liegen vom Ort des Durchbruches so weit ab, daß die für die Austreibung aus dem Kiefer wirkenden Kräfte nicht ausreichen, den Durchbruch rechtzeitig zu bewerkstelligen«. Diese Ansicht ist schon deshalb anfechtbar, weil, wenn auch die Verteilung der Ersatzkeime nach einem bestimmten Prinzip erfolgt, ihr Durchbruch doch von verschiedenen Umständen und Hindernissen abhängig ist; deshalb erscheint es erklärlich,

daß bei unregelmäßiger Anordnung einerseits und bei etwa vorhandenen beschränkten Raumverhältnissen anderseits so häufig anomale Stellungen vorkommen.

Zur primären Verlagerung von Zahnkeimen als Retentionsursache macht Luniatschek auf die relativ hohe Anlage des Ersatzkeimes vom Eckzahn aufmerksam und will die große Zahl der retinierten oberen Eckzähne darauf zurückführen. Dem gegenüber habe ich ausgeführt[1], daß auch der nachrückende Ersatzeckzahn im Unterkiefer gleich der großen Alveole des ersten Mahlzahnes bis an die Basis des Unterkiefers herabreicht. Luniatschek führt als Ursache für die Retention des oberen Eckzahnes den weiten Weg an, den er bis zu seiner Durchbruchsstelle zurückzulegen hat, während er beim unteren Eckzahn, der seltener der Retention unterliegt, übersieht, daß 1. der von ihm zurückzulegende Weg beinahe eben so lang ist wie bei seinem Antagonisten, und daß 2. auch der Zeitraum, innerhalb dessen der Durchbruch der Eckzähne zu erfolgen hat, ein weitaus größerer ist als für ihre unmittelbaren Nachbarn. Der vor dem Eckzahn erfolgende Durchbruch des ersten Prämolars dürfte meiner Ansicht nach eine häufigere Ursache für die Retention des ersteren sein. Daß der untere Eckzahn weniger häufig zur Retention kommt, sucht Luniatschek durch die festere Kortikalis zu erklären, die ein labiales oder palatinales Durchbrechen verhindert. Dem gegenüber darf man nicht außer acht lassen, daß sich innerhalb der beiden Kortikalwände hauptsächlich Spongiosa befindet, und eine Verlagerung des unteren Eckzahnes quer in dieselbe begreiflich erscheint, die Spongiosa setzt dem Drängen des Zahnes, der kompakter ist als jene, keinen erheblichen Widerstand entgegen. Tatsächlich finden sich die meisten unteren retinierten Eckzähne in derselben eingebettet. Bekannt und durch die Literatur nachgewiesen ist, daß Retention der unteren Eckzähne in weitaus geringerer Zahl als die der oberen beobachtet wird.

Verbleibt der entsprechende Milchzahn zu lange in seiner Alveole, so kann der nachrückende Ersatzzahn in die für ihn bestimmte Zelle nicht eintreten. Gegen eine solche Ursache der Retention wendet sich Luniatschek mit der Begründung, daß der Ausfall des Milchzahnes erst die Folge des nachrückenden Zahnes sei, wie Kallhardt, Treuenfels u. a. nachgewiesen hätten.

Ich habe diesen Punkt bei den von mir aufgestellten Ursachen nicht als einen besonderen Grund für die Retention angenommen, sondern bloß als solchen unter anderen Ursachen mit herangezogen, wofür keine theoretische Annahme, sondern eine durch wiederholte Beobachtung gezeitigte Er-

[1] Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1906, Heft IV.

fahrung spricht. Ich gebe anderseits zu, daß durch die Persistenz des Milcheckzahnes der Ersatzzahn nicht immer retiniert werden muß. Dieser kann als Keim schon zugrunde gegangen oder durch irgendeine andere Ursache, die wir nicht immer nachweisen können, in der Entwicklung und im Durchbruch behindert worden sein. Hierher gehören jene Fälle, bei welchen die Milcheckzähne fest im Kiefer verbleiben, während die Ersatzzähne, die für jene eintreten sollten, außerhalb oder innerhalb des Zahnbogens oder an einer mehr rückwärts gelegenen Stelle zum Durchbruch gelangen. Solche zurückgebliebene Milcheckzähne zeigen nicht immer Resorption ihrer Wurzel. Wenn die Resorption aber trotzdem an einer seichten Stelle seitwärts vorkommt, wie dies Fig. 211 und 212 zeigen, so läßt sich beinahe bestimmt nachweisen, daß sie durch einen vorbeirückenden Ersatzzahn veranlaßt worden ist. Rückt der Ersatzzahn normal vor, so ist es höchstwahrscheinlich, daß er die ihm im Wege stehende Milchzahnwurzel zur Resorption bringt, oder daß diese die Ursache für die Deviation des nachfolgenden Ersatzzahnes abgibt. In beiden Fällen erscheint das Verbleiben des Milchzahnes über die für ihn bestimmte Zeit als eine Schädigung des nachrückenden Ersatzzahnes, sei es, daß dieser retiniert bleibt oder transponiert wird. Ob und inwieweit diese Anschauung durch die neueren Forschungen tangiert oder aufgehoben wird,

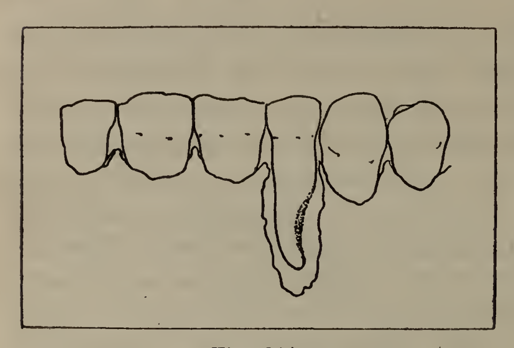


Fig. 211.

Oberkiefer (Spirituspräparat) eines 25jährigen Mannes. Links großer Schneidezahn, anstoßend der kleine Milchschneidezahn, neben dem der bleibende Eckzahn sitzt. Die Wurzel des Milchschneidezahnes gegen den Eckzahn zu eine seichte Resorptionsstelle zeigend, offenbar seinerzeit durch den heranrückenden Eckzahn hervorgerufen.

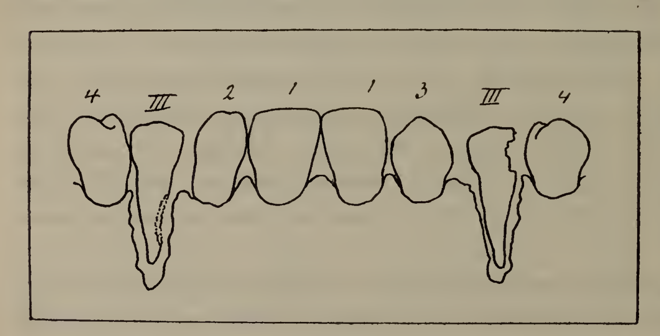


Fig. 212.

Oberkiefer (Spirituspräparat) eines 18- bis 20jährigen Mannes. 4 III 3 1 | 1 2 III 4. In demselben befinden sich links neben dem großen Schneidezahn der Ersatzeckzahn 3, neben diesem der Milcheckzahn III, dessen Wurzelspitze eine nur wenig bemerkbare Resorption zeigt, der bleibende kleine Schneidezahn fehlt. Rechts: Großer, nebenan kleiner Schneidezahn, folgend der festsitzende Milcheckzahn III, dessen Wurzel gegen den kleinen Schneidezahn eine seichte Resorptionsstelle zeigt, die gewiß von dem Vorbeigleiten der kleinen Schneidezahnkrone herrührt, beiderseits erster Prämolar.

läßt sich heute noch nicht widerspruchslos konstatieren, weil die bisher erbrachten Beweise nicht einwandfrei sind.

Es kommen übrigens Fälle von Retention vor, die wir keineswegs erklären können, so z. B. finden wir die Lücke für den oberen Eckzahn frei und derselbe erscheint, trotzdem er genügenden Platz hätte, dennoch nicht. Hier wäre vielleicht als Ursache einer bestehenden Retention die falsche Lage des Zahnkeimes anzunehmen. Schon aus dem allein ist zu ersehen, daß das Wesen der Retention noch nicht völlig klargestellt ist und daß die Ursachen für dieselbe nicht in ihrem ganzen Umfange bekannt sind.

Am häufigsten erscheinen die oberen Eckzähne retiniert. Der Grund hierfür liegt zumeist in der Reihenfolge des Zahndurchbruchs, der mit geringer Ausnahme in folgender bekannter Weise vor sich geht: Nachdem der laterale Schneidezahn an seinem Platz erschienen ist, sollte sich ihm zunächst der Eckzahn anschließen. Dies erfolgt höchstwahrscheinlich deshalb nicht, weil er, hoch oben angelegt, einen weitaus längeren Weg als sein unmittelbarer Nachbar zurückzulegen hat. Es bricht der erste Prämolar vor ihm durch, dem dann der Eckzahn folgen soll. Es ist nun leicht einzusehen, daß der für den Eckzahn bestimmte und frei zu bleibende Raum von dem früher erscheinenden ersten Backenzahn eingenommen werden kann, und dadurch wird mitunter der Eckzahn in seinem Durchbruch behindert oder vollständig zurückgehalten. Im letzteren Fall verbleibt er in seiner Alveole und bricht, wenn später Raum geschaffen wurde, durch, oder er nimmt eine andere Richtung und lagert im Knochen, wie dies die Fig. 207 und 208 illustrieren. Damit hängt offenbar auch das Auftreten neuer Zähne in vorgerücktem Alter zusammen, welche Erscheinung in früherer Zeit als dritte Dentition aufgefaßt wurde. (Siehe Dentition.)

In derselben Weise wie der Eckzahn kann auch der zweite Prämolar beim Durchbruch behindert werden; denn der letztere muß in den Raum, der zwischen dem ersten Molar und dem ersten Prämolar freibleiben sollte, hineinrücken. Wenn jedoch dieser Raum vorzeitig verengt oder durch einen der vorhin erwähnten Zähne eingenommen wird, so treten dem Vorrücken des zweiten Prämolars Hindernisse entgegen, die er mitunter zu überwinden nicht vermag. Er bricht dann entweder nach einer anderen Richtung durch, zumeist gegen den Gaumen beziehungsweise gegen die Zunge oder verbleibt als retinierter Zahn im Kiefer.

Kommt schon die Retention der unteren Zähne, den Weisheitszahn ausgenommen, selten vor, so ist das Zurückbleiben der unteren Schneidezähne wohl eine besondere Ausnahme. Ein diesbezüglicher Fall ist in Fig. 213 wiedergegeben; derselbe erscheint noch außerdem dadurch beachtenswert, weil gleichzeitig mit der Retention auch noch eine direkte,

wahre Verwachsung des Alveolarknochens mit dem retinierten Zahn vorhanden ist (siehe S. 614, Fig. 222).

Mitunter können retinierte Zähne auch nachhaltige Beschwerden verursachen. So finden wir einige Fälle beschrieben, in welchen die Retention eines Zahnes Kopfneuralgien, Kieferabszesse und anderweitige Krankheitsprozesse zur Folge hatte, Erscheinungen, die erst nach Beseitigung des retinierten Zahnes geschwunden waren. Salter führt einige darauf bezügliche Krankengeschichten an.

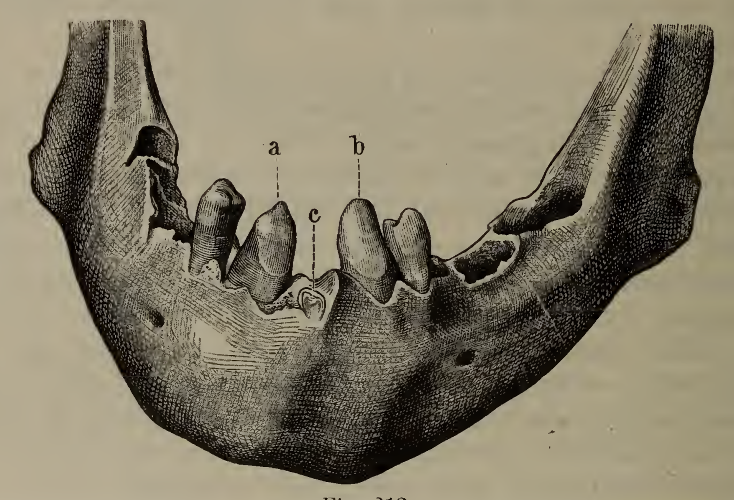


Fig. 213.
Mazerierter Unterkiefer eines Mannes. Zwischen den Eckzähnen *a*, *b* sieht man die Kronenspitze des retinierten Schneidezahnes *c*.

Kallhardt[1] beschreibt einen instruktiven Fall von gleichzeitiger Retention im Ober- und Unterkiefer. Die Wurzeln der retinierten Zähne waren vollständig ausgebildet.

Was die Retention der Milchzähne betrifft, so findet sich diesbezüglich in der mir bekannten Literatur nur wenig angeführt. Wohl kann eine Unterzahl derselben vorkommen und ist auch von manchen Autoren erwähnt; es erscheint aber nicht gerechtfertigt, daraus zu schließen, daß das Fehlen einzelner Milchzähne in der Zahnreihe auf Retention zurückzuführen sei. Auch hier wird die Röntgenuntersuchung entsprechende Aufklärung bringen, wobei zwischen den nachrückenden Ersatzkeimen und den etwa retinierten Milchzähnen unterschieden werden muß.

Ellenberger und Baum[2] haben an Pferden Untersuchungen über das Vorkommen der Hakenzähne — Canini — angestellt und gefunden,

[1] Kallhardt H., Ein seltener Fall von Retention mehrerer Zähne. D. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1905.

[2] Ellenberger und Baum, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1892.

daß der Durchbruch derselben in 56·3% erfolgt, während in den übrigen Fällen Retention vorhanden war.

Es wurde schon eingangs erwähnt, daß die Retention auch unvollständig sein, beziehungsweise daß auch Halbretention vorkommen kann. Es ist damit ein nicht vollkommener Durchbruch der betreffenden Zähne gemeint, indem dieselben auf halbem Weg stehengeblieben sind. Solche nur zur Hälfte mit der Krone zum Durchbruch gelangende Zähne nenne ich halbretinierte[1]. Jeder Zahn kann von Halbretention befallen werden. Sie betrifft selten mehrere nebeneinander stehende Zähne. Zumeist beschränkt sie sich gleichwie die totale Retention auf einen, mitunter auf zwei Zähne derselben Seite; aber sehr selten kommt eine solche bei mehreren nebeneinander stehenden Zähnen vor. Man beobachtet mitunter, daß der eine Zentralschneidezahn kürzer ist als sein Nachbar, dasselbe findet sich auch beim

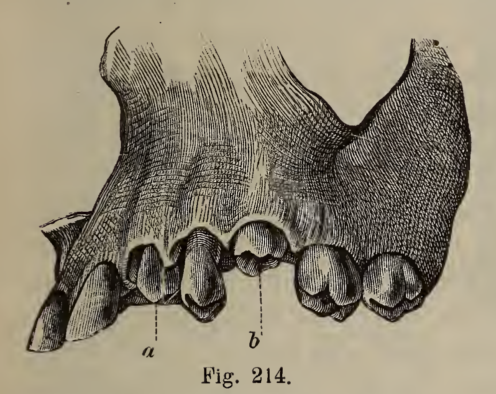


Fig. 214.

Oberkiefer eines erwachsenen Mannes, bei welchem der Eck- und der zweite Backenzahn, *a* und *b*, halb retiniert sind.

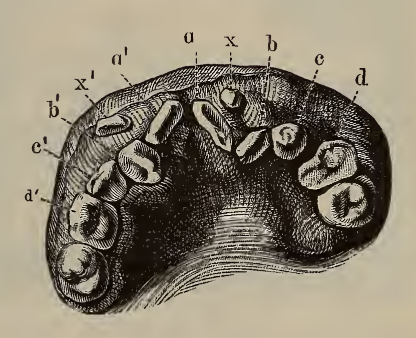


Fig. 215.

Oberkiefer mit Halbretention der vier Schneidezähne *a a' x x'*, *b b'* die Supplementärschneidezähne, *c c'* die Eckzähne, *d d'* Prämolare.

Eckzahn und am häufigsten sehen wir derartiges bei den Prämolaren. Fig. 214 zeigt einen Oberkiefer, in welchem der linke Eckzahn und der zweite Prämolar halb retiniert sind. Fig. 215 zeigt den Oberkiefer einer 22jährigen Dame, bei welcher die Zentral- und Lateralschneidezähne kaum zur Hälfte mit ihren Kronen durchgebrochen sind. In diesem Fall begegnen wir vier nebeneinander stehenden Zähnen, welche nicht vollkommen zum Durchbruch gekommen sind, was als Übergang zur vollständigen Retention zu betrachten wäre. Gleichzeitig dient der Fall als Beweis, daß mehr als zwei Zähne halb- und, wenn die Bedingungen vorhanden sind, auch total retiniert vorkommen können.

Die Ursachen der Halbretention liegen entweder in einer unvollständigen Entwicklung der Wurzel oder in einem Mißverhältnis zwischen dem

---

[1] Scheff, Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1886.

Wachstum der Wurzel beziehungsweise der Resorption in der Tiefe der Alveole und der Resorption am Rand des Alveolarfortsatzes selbst. Wenn demnach die Wurzel nicht die für den Zahn genügende Länge erreicht und die Resorption an den früher genannten Stellen nur unvollkommen auftritt, so kann auch der Zahn nicht bis zum Niveau der Nachbarzähne gelangen, er ist in seinem vollständigen Durchbruch behindert und tritt nur um so viel aus der Alveole, als durch das Wachstum der Wurzel nach der Tiefe ermöglicht wird.

Therapie der Retention.

Retinierte Zähne, wenn ihr Vorhandensein äußerlich nicht sichtbar ist, konnten bis in die jüngste Zeit nicht diagnostiziert werden. Aus diesem Grunde waren auch nur wenig Maßnahmen bekannt, mittels welcher derartige Zähne dem Zahnbogen wieder eingefügt werden konnten. Erst mit der Einführung der Radiologie ist eine entsprechende Therapie möglich geworden. Sie besteht in der Verwendung technischer Hilfsmittel, denen nicht selten ein operativer Eingriff vorauszugehen hat, welcher in der Weise vorgenommen wird, daß der retinierte Zahn von außen her, zumindest im Bereich seiner Krone, freigelegt beziehungsweise zugänglich gemacht werden muß. Unter Zuhilfenahme der lokalen Anästhesie kann die Freilegung der Krone schmerzlos ausgeführt werden. Ein ziemlich langer Schnitt wird mit einem Skalpell in der Gegend über der durch das Radiogramm gekennzeichneten Krone entweder longitudinal oder quer geführt, wobei sowohl die Schleimhaut wie auch die Mukosa bis zum Knochen durchgetrennt werden müssen. Das die Knochenlamelle deckende Periost wird mittels Raspatoriums beseitigt, die Knochendecke selbst mit Meißel und Hammer oder mit einem großen Rundbohrer abgetragen. Die Krone liegt nun frei. Durch einige Tamponaden wird der infolge des Schnittes erzielte Raum erweitert und dadurch der Zugang zur Krone des retinierten Zahnes hergestellt. Die technischen Mittel zur Herabholung des letzteren sind verschiedener Art. Alle Apparate müssen darauf berechnet sein, den retinierten Zahn in möglichst einfacher und den Patienten wenig belästigender Weise vorzuziehen, was bei nicht abnorm gelagerten Zähnen leicht mittels Schrauben, Gummizugs oder anderweitiger Ligaturen geschehen kann. Das beliebteste Verfahren, wie es von Wallisch, Pfaff, Meder, Kunert, von mir und von vielen anderen Autoren mit verschiedenen Modifikationen geübt wird, ist folgendes: Fig. 216 zeigt einen retinierten Eckzahn im Oberkiefer. Hier ist, abgesehen vom Radiogramm, schon durch die vorgewölbte Stelle die Richtung und Lage des retinierten Zahnes beziehungsweise seiner Krone ersichtlich. Diese muß, wie oben angegeben, freigelegt werden. Ist

dies geschehen, legt man entweder labial am Halse oder am Tuberculum dentale des Zahnes einen kurzen Bohrkanal an, welchem eine Spindel eingefügt wird. Diese muß, wenn am Hals labial angebracht, mit einem Knopf, wenn aber am Tuberculum dentale verankert, mit einer Öse versehen werden. Beides dient als Angriffspunkt für einen Gummiring, der als Zugkraft benutzt wird. Das entgegengesetzte Ende des Gummiringes wird am Unterkiefer befestigt, und zwar in der Weise, daß nicht der entsprechende Antagonist allein, sondern auch der Eck-, erste und zweite Prämolar als Gegenstütze benutzt werden. Alle hierzu einbezogenen Zähne werden mit bis zur Kronenfläche reichenden aufzementierten Bändern versehen, die labial, wie in Fig. 216 ersichtlich ist, einen fixen Bügel angelötet erhalten. Der Gummiring wird oben und unten am Knopf befestigt. Hat der herunterzuholende Zahn nicht genügend Raum für seinen Eintritt in den Zahnbogen, so muß vorher durch Dehnung und Verschiebung der Nachbarzähne dafür gesorgt werden. Bei der am Tuberculum dentale des retinierten Zahnes eingeführten Spindel dient die Öse als oberer Angriffspunkt, während der im Unterkiefer befestigte Bügel in der gleichen, früher angegebenen Weise benutzt wird. Ein anderes Verfahren besteht darin, daß der herunterzuholende retinierte Zahn nicht angebohrt wird, sondern mit einem breiten, bis zum Hals hinaufgeschobenen aufzementierten Band versehen wird und mit einem kleinen Apparat in Verbindung steht, wie er von mir konstruiert und ausführlich in der Österreichisch-ungarischen Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1906, S. 455, beschrieben ist. Der letztere Apparat, wenn anbringbar, hat den Vorteil, daß der Unterkiefer nicht miteinbezogen wird, und ist deshalb für den Patienten von geringerer Unbequemlichkeit. In jenen Fällen, wo der retinierte Zahn quer gelagert und deshalb schwer zugänglich ist, wird sein Herabholen größere Schwierigkeiten verursachen, aber immerhin läßt sich auch in einem solchen Fall ab und zu ein Erfolg erzielen. Zumeist trachtet man, jenen Apparaten den Vorzug zu geben, die im Kiefer des retinierten Zahnes angebracht werden können, ohne daß der Gegenkiefer in Anspruch genommen werden muß. Auch kann das Tragen einer Gaumenplatte, wenn die

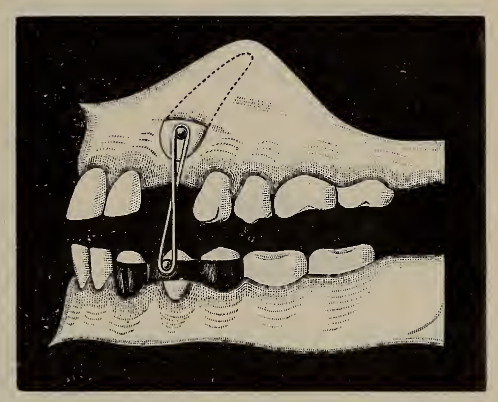


Fig. 216.
Hervorziehen eines retinierten linken Eckzahnes durch Gummiring. Kraftquelle vom Gegenkiefer aus wirkend. (Kunert.)

Retention im Oberkiefer besteht, durch Druck das Durchtreten des retinierten Zahnes wenn nicht ganz bewerkstelligen, so doch teilweise begünstigen. Gleichfalls wird der elastische Draht vielfach beim Hervorziehen retinierter Zähne entsprechende Verwendung finden, und zwar in der gleichen Art, wie Fig. 217 (Kunert) zeigt. Das Wegnehmen der labialen Knochenwand über dem retinierten Zahn führt manchmal zur Selbstregulierung desselben. Auch der Drahtbogen Angles kann zweckmäßig verwendet werden. Der hervorzuziehende Zahn wird an den Drahtbogen gebunden und dieser gegen den Zahnhals zu herangezogen. Der zum Binden oder zum Anziehen verwendete Draht wird je nach Bedarf, beziehungsweise so wie der Zahn länger wird, erneuert. Fig. 217 stellt einen halbretinierten Zahn dar, zu dessen Hervorziehen die Kraftquelle im selben Kiefer angebracht ist.

Ein für alle Fälle verwendbares Verfahren anzugeben ist unmöglich, da die Lage des retinierten Zahnes, sein Verhalten zu den Nachbarzähnen und noch viele andere Umstände maßgebend für die Wahl der Methode sind. Genaue Diagnose der Lage des retinierten Zahnes durch Röntgenaufnahme, entsprechende Kombination und Verwertung der zu verwendenden Zugkräfte werden zumeist auf den richtigen Weg führen. Übrigens wird es sich jeder ernst und gewissenhaft denkende Zahnarzt im Interesse des Patienten angelegen sein lassen, auf Grund eigener Erfahrung Methoden zu ersinnen, die, wenn auch von den oben angegebenen abweichend, vor allem den Zweck verfolgen, das vorgesteckte Ziel zu erreichen.

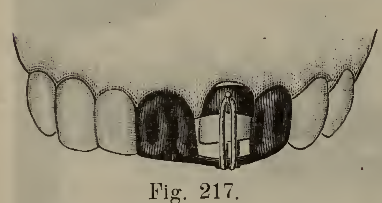


Fig. 217.
Hervorziehen eines halbretinierten oder frakturierten Zahnes mittels Gummirings. Die Kraftquelle im selben Kiefer angebracht. (Kunert.)

2. Rudimentäre schmelzlose Zähne.

Es ist heute noch schwer zu bestimmen, ob die rudimentär gewordenen Zähne deshalb ihre Form eingebüßt, weil sie zu funktionieren aufgehört haben, oder ob sie, weil entbehrlich, nach und nach verkümmerten, um schließlich ganz aus dem Zahngebiß zu verschwinden. Die beobachteten und beschriebenen Fälle von Zahnrudimenten weisen auf ein bedeutend reduziertes Gebiß hin. Teile des Organismus, welche nicht gleichmäßig und im weiteren Verlauf auch nicht genügend versorgt werden, zeigen bei ununterbrochenem Betätigungsmangel in ihrer Entwicklung eine Hemmung, die in der Regel zur Folge hat, daß die betreffenden Teile, weil überflüssig, nach und nach ausgeschieden werden. Nur so läßt sich erklären, wie das Gebiß der Homodonten eine Rückbildung erfahren konnte. Einen

deutlichen Beweis hierfür geben die Wale ab, welche einst ein reichbezahntes Gebiß gehabt haben mochten, und die jetzt bloß kleine, schmelz- und formlose Körperchen als die letzten Reste einer vorhanden gewesenen Bezahnung aufweisen. Diese Körperchen werden vor der Geburt vom Zahnfleisch bedeckt und gehen bald durch Resorption zugrunde. Sie erscheinen demnach niemals an der Oberfläche der Kiefer. Eine Ausnahme hiervon macht Monodon monoceros. »Er besitzt im Oberkiefer zwei eigenartig gestaltete Zähne, während alle übrigen fehlen. Monodon hat demnach spezialisierte Zähne. Eigentümlich ist das Verhältnis der Zähne, welche im Zwischenkiefer liegen. Beim männlichen Narwal ist nämlich stets nur einer der beiden Zähne zu einem bis 10′ langen Stoßzahn entwickelt, und zwar regelmäßig der linke. Der korrespondierende Zahn der rechten Seite verkümmert, erreicht nur eine Länge von zirka 8″ und bleibt im Kiefer zurückgehalten. Übrigens hat Turner in neuerer Zeit noch die Rudimente von zwei anderen Zähnen hinter den Incisivi nachgewiesen. Die Schmelzbedeckung fehlt. Beim Monodon begegnen wir somit in dieser Schilderung zum erstenmal dem Umstand, daß Zähne auf einer so niedrigen Entwicklungsstufe stehenbleiben, daß sie gar nicht mehr durchbrechen, sondern im Kiefer verborgen bleiben.« (Baume[1].)

Es ist höchstwahrscheinlich, daß unserem heterodonten Gebiß ein homodontes vorausgegangen sein dürfte, und Tomes meint, daß Übergangsformen sich gebildet haben, wie dies bei den Ungulaten der Fall ist, bei welchen die Zahnsorten allmählich so ineinander übergehen, daß man benachbarte Zähne kaum voneinander zu unterscheiden vermag. Ganz anders finden wir das Verhalten der Säugetierzähne, obwohl dieselben vielleicht in früherer Zeit ein mehr gleichartiges Aussehen hatten, so daß die verschiedenen Zahnsorten nicht gut voneinander zu unterscheiden waren. Erst nach und nach dürften sich die einzelnen Zahnarten in ihrer jetzigen Form und Gestalt herausgebildet haben, und zwar durch Anpassung, natürliche Zuchtwahl usw. Und so erscheint unser heutiges Gebiß in einer Form ausgebildet, welche, wenn sie auch nicht den Nachweis erbringt, so doch als wahrscheinlich erkennen läßt, daß unsere Zähne im Verlauf der Zeit verschiedene Änderungen und Wandlungen in Gestalt und Zahl durchgemacht haben dürften.

Tomes[2] spricht sich hinsichtlich der Form der einzelnen Zähne dahin aus, daß sich alle Zähne im Kiefer eines Säugetieres aus einer einzigen Form herausgebildet haben, oder mit anderen Worten: so sehr verschieden beim ersten Anblick die Schneide- und Eckzähne, die Prämolaren und

[1] Baume, Odontol. Forschungen. 1882.

[2] Tomes-Holländer, Die Anatomie der Zähne. 1877.

Molaren auch aussehen mögen, so finden wir doch bei näherer und genauerer Betrachtung, daß sie verschiedene Übergangsstufen durchgemacht haben müssen, und daß sie durch gewisse Eigenschaften einander näher stehen. Die meisten Säuger der Eozänperiode haben als Stammform 44 Zähne besessen, welche sich in folgender Weise verteilen:

$$\text{i.} \frac{3}{3} \text{c.} \frac{1}{1} \text{prm.} \frac{4}{4} \text{m.} \frac{3}{3} = 44.$$

Da aber fossile Säugetiere gefunden wurden, welche mehr als 44 Zähne besitzen, und der afrikanische Löffelhund ebenfalls eine größere Zahnzahl aufweist, so ist es wohl unwahrscheinlich, daß die obige Formel als Stammform für alle heterodonten Gebisse zu gelten habe.

Zuckerkandl[1] ist der Ansicht, die Säugetierbezahnung hätte die nachstehenden Entwicklungsstadien durchgemacht:

»Erstes Stadium: Die Bezahnung ist homodont.

Zweites Stadium: Die Bezahnung ist wohl schon heterodont, aber die Zähne sind einfacher gestaltet und ähneln einander auch mehr als die Zahnreihen der modernen Heterodonten. Es liegt eine Übergangsform zum

dritten Stadium vor, in welchem der heterodonte Charakter der mehr als 44 Zähne enthaltenden Bezahnung bereits ganz scharf ausgesprochen ist.

Im vierten Stadium hat die Bezahnung eine Reduktion erfahren; es traten als Stammformen der meisten jetzigen Säuger Heterodonten mit 44 Zähnen auf. Sichergestellt ist dies für die Ungulaten und Karnivoren.«

Der Übergang von der Stammform zur heutigen dürfte sich jedoch nur allmählich vollzogen haben, und aus der Vergleichung der gegenwärtigen Gebißformel mit der ursprünglichen geht hervor, daß unser Gebiß eine Reduktion erfahren hat, da es bloß die Formel

$$\text{i.} \frac{2}{2} \text{c.} \frac{1}{1} \text{prm.} \frac{2}{2} \text{m.} \frac{3}{3} = 32$$

aufweist; es hat demnach je einen Schneidezahn und zwei Prämolaren eingebüßt, so daß wir entgegen der Urform um 12 Zähne weniger besitzen. Was die fehlenden Prämolaren betrifft, so könnte wohl angenommen werden, daß sie früher dagewesen, aber allmählich ihre äußere Form und Gestalt eingebüßt, dann alle Stufen der Reduktion durchgemacht haben, bis sie endlich kleine, unscheinbare, schmelzlose Körper wurden, um schließlich ganz aus der Zahnreihe zu schwinden. In bezug auf den fehlenden Schneidezahn ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß er gleich den Prämolaren in der Zahnreihe vorhanden war, wir sind aber nicht

[1] E. Zuckerkandl, Mediz. Jahrbücher 1885.

in der Lage, die einzelnen Stadien seiner Reduktion so bestimmt nachzuweisen, wie dies bei den Prämolaren an der Hand von bekannten und sich noch immer wiederholenden Beispielen möglich ist. Zu diesem Zweck müssen einerseits verschiedene Säugetiergebisse wie auch die der lebenden Menschen und die anatomischen Schädelsammlungen genau durchforscht werden, denn das Vorkommen von mehr als vier Schneidezähnen in jedem der beiden Kiefer gehört nicht zu den Seltenheiten, wie dies später erwähnt und durch entsprechende Illustrationen erwiesen werden wird. Solange man in der Nähe der Schneidezähne keine Rudimente gefunden hatte, konnte man sich bloß auf Vermutungen stützen; seitdem es jedoch Zuckerkandl gelungen ist, schmelzlose Zahnrudimente im Bereich dieser

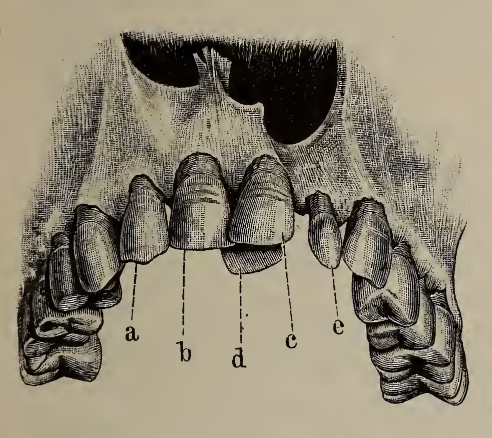


Fig. 218. I.
Oberkiefer mit drei normal gebildeten großen Schneidezähnen (*b*, *c*, *d*). *a* der rechte kleine, *e* der linke kleine Schneidezahn, dessen Krone die Gestalt eines gespitzten Griffels hat.

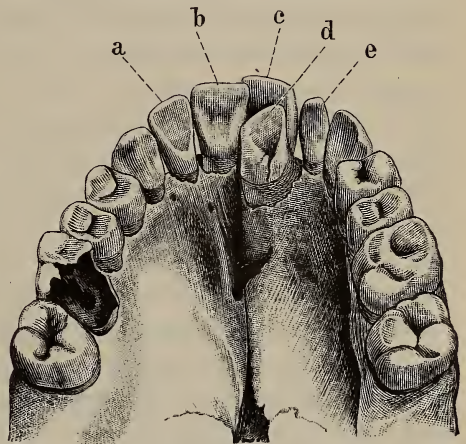


Fig. 219. II.
Derselbe Oberkiefer von der Gaumenseite gesehen. *b*, *c*, *d* die drei großen Schneidezähne; *a* der rechte, *e* der linke kleine Schneidezahn

(Zahnärztliches Universitätsinstitut Wien.)

Zähne nachzuweisen, kann kein Zweifel mehr bestehen, daß auch diese Zahngattung eine Reduktion bezüglich der Zahl erfahren haben dürfte. Die in den Kiefern vorkommenden überzähligen oder Supplementärzähne erscheinen sowohl zwischen den beiden großen als auch zwischen diesen und den lateralen Schneidezähnen in der Gestalt eines gespitzten Griffels, als Zapfenzähne oder als Stiftchen. Alle diese Formen können als die in Rückbildung begriffenen fehlenden Schneidezähne angesehen werden. Wir finden sie sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer, im ersteren jedoch häufiger. Das Vorkommen von zwei kleinen Schneidezähnen auf einer Seite, die in Form und Gestalt einander gleich sind, kann oft beobachtet werden. Fig. 218 I und 219 II zeigen Abdrücke mit fünf Schneidezähnen im Oberkiefer, drei großen und zwei

kleinen; auch Unterkiefer mit fünf und sechs Schneidezähnen gehören nicht zu den Seltenheiten (siehe S. 527). Es ist nicht immer leicht, die normalen von den Supplementärzähnen zu unterscheiden, da beide in ihrer äußeren Form und Gestalt einander vollkommen ähnlich sind. Man ist aus verschiedenen Gründen wohl berechtigt, anzunehmen, daß die Zahl der Schneidezähne ursprünglich eine größere gewesen, und daß die gegenwärtig typisch gewordene Zahl von bloß vier Schneidezähnen nur das Endresultat einer im Laufe der Zeit erfolgten Reduktion sei.

Im Jahre 1871 hat Baume[1] die Entdeckung gemacht, daß schmelzlose Überreste in den menschlichen Kiefern nicht selten sind und in der Gegend der Prämolaren angetroffen werden. Daraus könne man den Schluß ziehen, daß solche Körperchen als das letzte Stadium des Rudimentärwerdens der ursprünglich vorhandenen und mit der Zeit verlorengegangenen Prämolaren anzusehen seien.

Baume hebt hervor, daß die in Rede stehenden Körperchen durch ihr typisches Auftreten, durch ihre völlige Formlosigkeit und durch ihr Verborgensein im Kiefer, vor allem aber durch den nachweislichen Mangel an Schmelz so weit abliegen, daß sie entschieden eine andere Bedeutung haben müssen als alle anderen Zahnmißbildungen. Er fand derartige Körperchen in elf, Schneider in zwei Fällen. Von Holländer wurde ein größerer, sehr mißgestalteter Körper in Baumes »Odontologischen Forschungen« abgebildet und als Zahnrudiment angenommen. Mit diesem schließt die Zahl der gefundenen, mir bekannten schmelzlosen Zahnrudimente ab, so daß sich dieselbe bis zum Jahre 1885 auf bloß 14 beläuft. In letzterem Jahr wurden von Zuckerkandl 27 Zahnrudimente unter 630 untersuchten Schädeln nachgewiesen, woraus sich ergibt, daß der Prozentsatz der Zahnrudimente ein weitaus größerer ist. Immerhin gebührt Baume das Verdienst, zuerst auf das Vorkommen solcher Zahnrudimente aufmerksam gemacht zu haben. Er hat eine große Anzahl anderer Mißbildungen und Anomalien untersucht und daraus die Überzeugung gewonnen, daß solche, welcher Art und Größe sie auch sein mochten, im Gegensatz zu den Zahnrudimenten doch immer Schmelz in entsprechender Quantität zeigten. Das erste von ihm beschriebene Zahnrudiment war das kleinste, doch gibt er als Durchschnittsform und Größe für ein solches die eines kleinen Reiskornes an. Der Bau ist bei allen Zahnrudimenten immer der gleiche. Jedesmal wurde der Mangel an Schmelz konstatiert, und an Stelle einer Krone findet sich bei einigen dieser Körperchen ein dicker Zementknopf. Das Innere besteht meist aus gut entwickeltem Dentin mit eigener Pulpa. Die

[1] Baume, Lehrbuch d. Zahnheilk.

Oberfläche bildet Zement in verhältnismäßig dicker Lage. Nach Baume ist die Ursache des Schmelzmangels wahrscheinlich in der Vernichtung des Schmelzkeimes zu suchen, der als solcher allerdings vorhanden war, aber vor der Schmelzbildung zugrunde ging.

In dem einen Fall von Schneider ist eine Zweiteilung der Pulpa und demgemäß auch eine Spaltung in mehrere Zahnbeinsysteme zu erkennen.

Über die Entwicklung dieser Körperchen spricht sich Baume in folgender Weise aus: »Die Körper entwickeln sich im Innern des Kiefers und werden erst sehr spät, das heißt nachdem alle übrigen Zähne ihre Stellung eingenommen haben, langsam nach der Fläche hingedrängt, welche ihnen den meisten Platz bietet, nach der Labialfläche. Dorthin bewegt sich der Körper. Je nach seiner Größe muß er tiefer zwischen den Wurzeln Platz suchen, also weiter vom Alveolarrand entfernt. Er bricht dann so weit durch die Rinde des Kiefers an der Labialseite, daß eine fast punktförmige Spitze aus dem Knochen hervorsieht. Der Körper bleibt im übrigen im Kiefer versteckt, kann dort viele Jahre aushalten, ist also lebensfähig. Erst wenn die Prämolaren oder der erste Molar verlorengingen und die Alveolarränder resorbiert sind, werden die Körperchen freigelegt. Sie sind dann bereits in einigen Fällen als schmelzlose Mißbildungen erkannt worden. In den meisten Fällen werden sie einfach als abgebrochene Wurzelreste aus früherer Zeit behandelt.«

Die Körperchen können sich nur unter besonders günstigen Umständen entwickeln, und Baume hält es für einen glücklichen Zufall, wenn bei den Resorptionsvorgängen, die die Milchbackenzahnwurzeln betreffen, diese kleinen Körperchen nicht mitresorbiert werden.

Baume hebt die Schwierigkeiten hervor, welche sich dem Nachweis dieser Körperchen entgegenstellen, da dieselben auch so klein vorkommen können, daß sie von Knochenspikulis kaum zu unterscheiden sind. Deshalb sind solche Rudimente leicht zu übersehen. Sie dürften wahrscheinlich viel häufiger vorkommen, als sie zur Beobachtung gelangen, und haben eine bestimmte morphologische Bedeutung.

J. V. Schneider[1] in Würzburg hat zwei Mißbildungen beschrieben. Aus seiner Darstellung ist jedoch zu ersehen, daß er seine Funde mit den bereits bekannten und beschriebenen Rudimenten nicht ganz identisch halten würde. Nichtsdestoweniger sind sie erwähnenswert, weil sie von Lebenden herrühren. Das erste dieser zahnartigen Gebilde, unter dem Mikroskop betrachtet, weicht in der Anordnung des Zahnbeins völlig von dem ab, was Baume gesehen und dargestellt hat.

---

[1] Schneider, D. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk.

Schneider fand das erwähnte Gebilde bei einer 55jährigen Frau, an Stelle des ersten unteren linken Mahlzahnes. An demselben war keine Spur einer Schmelzbildung zu entdecken. Der Größe und der Form nach hätte man dasselbe leicht mit einer abgebrochenen und zurückgebliebenen Mahlzahnwurzel verwechseln können, wenn nicht sämtliche Nachbarzähne schon geraume Zeit früher ohne Unfall extrahiert gewesen wären. Nach Richtigstellung der Differentialdiagnose und nach genauer histologischer Untersuchung konnte kein Zweifel mehr bestehen, daß das Gebilde ein rudimentärer Zahn sein müsse. Der zweite Fall von Schneider betrifft einen ähnlichen Körper, herrührend von einer 22jährigen Dame, welcher, gleichfalls an Stelle des unteren linken ersten Mahlzahnes gelegen, daselbst gefunden wurde.

Zuckerkandl[1] verdanken wir einen ausführlichen Beitrag in dieser Richtung, denn er hat, wie schon oben angegeben, 27 Fälle beobachtet, die von ihm einer eingehenden anatomischen und histologischen Untersuchung unterzogen wurden.

L. Schmidt[2] beschreibt ein ihm von Skogsborg in Stockholm zugeschicktes Zahnrudiment. Dasselbe fand sich im Oberkiefer einer Frau von 50 Jahren. Es war zwischen den Prämolaren gelagert und ragte mit einer glatten Kronenfläche ein wenig aus dem Zahnfleisch hervor. Die äußere Gestalt des Körpers entspricht einem Kegel. Die Wurzel bildet die Spitze desselben und die Krone dessen Basis, wenn diese Bezeichnungen auf ein derartiges Gebilde überhaupt anwendbar sind. Die Länge des Rudiments beträgt 8, der Breitendurchmesser im Kronenteil 6, im Wurzelteil 5 *mm*.

Die Kronenfläche selbst ist glänzend poliert, wahrscheinlich infolge täglicher Friktion mit den Speisen beim Kaugeschäft. Der Wurzelteil ist von einer makroskopisch wahrnehmbaren Membran als Periost bedeckt. Unten an dem Körper, entsprechend der Wurzelspitze, befindet sich eine feine Öffnung, die auf eine kurze Strecke das Eindringen einer Nadel gestattet.

Schmidt stellte behufs mikroskopischer Untersuchung einen Längs- und einen Querschnitt her. Bei dem ersteren findet sich lamellär angeordnetes Zement mit zahllosen Lakunen, beiderseits von der Mitte zwei obliterierte Pulpakanäle, um welche herum zwei Dentinsysteme angeordnet erscheinen. Zwischen diesen beiden Dentinsystemen befindet sich eine Schicht, die statt der Zement- oder Knochenlakunen spindelförmige Zellen aufweist und einem ossifizierten Bindegewebe analog ist. Bei dem Querschnitt kann man gleichfalls Zement, Dentin und zwischen beiden eine granuläre Schicht erkennen. Schmelz läßt sich nirgends an dem Gebilde nachweisen.

[1] Zuckerkandl, Mediz. Jahrbücher. 1885

[2] Schmidt L., D. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1889.

Bleichsteiner[1] berichtet über zwei schmelzlose Zahnrudimente, von welchen das eine bei einem 50jährigen Mann aus der Alveole des zweiten rechten unteren Prämolaren, der vorher extrahiert werden mußte, herausgeholt wurde; das zweite Zahnrudiment war bei einer 35jährigen Dame zwischen den Wurzeln der beiden rechten oberen Prämolaren gelagert. Die histologische Untersuchung beider Rudimente ergab das Vorhandensein von Zahnbein und Zement sowie das vollkommene Fehlen von Schmelz.

Röse[2] hat die Schädelsammlungen von Jena, Heidelberg, Straßburg, Basel und Freiburg auf Zahnrudimente untersucht, im ganzen 1783 Schädel, davon 1188 mit Unterkiefer. An 48 Schädeln konnte er 62 schmelzlose Zahnrudimente konstatieren. Er fand, daß dieselben im Oberkiefer viel häufiger vorkommen als im kompakteren Unterkiefer.

Die von Baume, Schneider und Holländer beschriebenen Fälle von Zahnrudimenten kamen bloß im Unterkiefer vor, dagegen die von Zuckerkandl, Schmidt und Röse sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer und in beiden zugleich.

Bei Zuckerkandl traten die Rudimente mit Ausnahme des Raumes zwischen den Mahlzähnen im Bereich aller übrigen Zähne auf, und zwar am Unterkiefer unterhalb der mittleren Schneidezähne einmal, zwischen denselben gleichfalls einmal, zwischen dem seitlichen Schneide- und dem Eckzahn einmal, zwischen dem Eck- und dem ersten Backenzahn dreimal und zwischen den Backenzähnen fünfmal. Am Oberkiefer: zwischen dem Eck- und dem ersten Backenzahn einmal, zwischen den Backenzähnen sechsmal; darunter in zwei Fällen beiderseits vor dem hinteren Backenzahn; dreimal in einem Fall beiderseits und schließlich zweimal vor und über dem ersten Mahlzahn. Daraus würde sich ergeben, daß die Rudimente am häufigsten zwischen den beiden Backenzähnen vorkommen (von Zuckerkandl elfmal beobachtet), was auf den Ausfall des zweiten Backenzahnes schließen ließe, während durch die weiteren Befunde von Röse bewiesen ist, daß sie an jeder Stelle des Kiefers vorkommen können. Röse spricht ihnen jede phyletische Bedeutung ab und ist der Meinung, daß sie Mißbildungen sind, entstanden aus den Überresten der epithelialen Zahnleiste und bedingt durch chronische Reizzustände irgendwelcher Art, wie Karies, Ostitis usw.

Die älteste heterodonte Bezahnung entspricht der Zahnformel = 44. Von dieser weicht beispielsweise die des Hundes dadurch ab, daß sie

$$\text{i. } \frac{3}{3} \text{ c. } \frac{1}{1} \text{ prm. } \frac{3}{4} \text{ m. } \frac{3}{3} = 42$$

[1] Bleichsteiner, Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1900.

[2] Röse, Über schmelzlose Zahnrudimente des Menschen. Verhandlungen der deutschen odont. Gesellschaft, Bd. IV.

zeigt; es fehlt somit aus der typischen Formel, und zwar im Oberkiefer, je ein Prämolar. Wie jedoch Zuckerkandl an einem italienischen Windhund konstatierte, kann der fehlende Prämolar durch Rückschlag wieder zum Vorschein kommen, denn dessen Zahnformel lautete:

$$\text{i. } \frac{3}{3} \text{ c. } \frac{1}{1} \text{ prm. } \frac{4}{4} \text{ m. } \frac{3}{3} = 44.$$

Ich habe jedoch bei Hunden sehr häufig das Fehlen des ersten Prämolars sowohl im Ober- als im Unterkiefer, mitunter auch das des zweiten Prämolars im Unterkiefer beobachtet, so daß die Formel also lauten würde:

$$\text{i. } \frac{3}{3} \text{ c. } \frac{1}{1} \text{ prm. } \frac{3}{3} \text{ m. } \frac{3}{3} = 40 \text{ oder: i. } \frac{3}{3} \text{ c. } \frac{1}{1} \text{ prm. } \frac{3}{2} \text{ m. } \frac{3}{3} = 38.$$

Die letztere Formel wurde von mir unter 15 Hunden fünfmal gefunden, und zumeist konnte das Fehlen eines oder zweier Prämolaren im Unterkiefer nachgewiesen werden. Häufiger war der zweite Prämolar abgängig.

Es wird schon aus dem Grunde, weil die Zahnrudimente am häufigsten zwischen den Prämolaren zu finden sind, allgemein angenommen, daß der zweite beziehungsweise vierte Prämolar aus der typischen Zahnreihe verschwunden sind; der obige Befund an Hunden spricht gleichfalls für diese Annahme. Soweit würde sich die Theorie über das Fehlen der Prämolaren erklären lassen; weniger günstig steht es mit dem Ausfall der Schneidezähne. Baume war es nicht gelungen, Zahnrudimente in der Umgebung der Schneidezähne weder im Ober- noch im Unterkiefer zu finden, und deshalb suchte er das Fehlen der letzteren mit dem häufigen Vorkommen supernumerärer Schneidezähne zu erklären. Nach ihm wäre der verlorengegangene Schneidezahn ein zentraler. Supernumeräre Schneidezähne finden sich zumeist zwischen, hinter oder über den normalen Schneidezähnen, seltener in der Zahnreihe als typisch ausgebildete Formen. Die Annahme, daß ein zentraler Schneidezahn verlorengegangen sei, erleidet schon deshalb einen argen Stoß, weil überzählige kleine Schneidezähne oder solche in Form von zugespitzten Griffeln häufiger vorkommen als jene Stiftformen, welche zwischen den mittleren Schneidezähnen, über denselben oder am Gaumen durchbrechen. Zwei kleine Schneidezähne auf einer Seite kommen vollkommen gleich entwickelt nebeneinander jedenfalls häufiger vor als zwei gleich entwickelte große Schneidezähne einer Seite. Die erstere Anomalie ist im zahnärztlichen Universitätsmuseum zu Wien öfter vertreten als die letztere. Da die kleinen Schneidezähne im Oberkiefer in Verdopplung häufiger zur Beobachtung gelangen als dessen Zentralschneidezähne, so könnte man weit eher annehmen, daß einer von den ersteren

aus der ursprünglichen Zahnreihe verlorengegangen sein muß. Erst Zuckerkandl war es vorbehalten, drei schmelzlose Zahnrudimente in der Gegend der Unterkieferschneidezähne zu finden, und damit scheint die Frage hinsichtlich der Reduktion und des Rudimentärwerdens dieser Zahnsorte ihrer Lösung nähergerückt zu sein. Im Unterkiefer ist das Vorkommen von fünf oder sechs Schneidezähnen seltener als im Oberkiefer. Ebenso ist es ihm gelungen, Zahnrudimente in der Gegend der Mahlzähne und in jüngster Zeit sechs schmelzlose Zahnstiftchen in einem Oberkiefer zu beobachten, welch letztere sich in nachstehender Weise gruppierten: zwischen den beiden Schneidezähnen, ferner zwischen dem Eck- und dem ersten Backenzahn und ebenso zwischen den beiden Bikuspidaten.

Zuckerkandl behandelt die Reduktion des menschlichen Gebisses in ausführlicher Weise und bemerkt insbesondere, daß unser jetziges Gebiß (32 Zähne) noch immer derselben unterliegt. Er ist der Ansicht, daß der Weisheitszahn nicht nur an heimischen, sondern auch an außereuropäischen Schädeln eine Rückbildung aufweist, und die Verkümmerung der Mahlzähne bei uns weiter vorgeschritten sei als bei den außereuropäischen Rassen. Ebenso meint er, daß der Weisheitszahn zweifelsohne rudimentär sei, während der obere Seitenschneidezahn sich auf dem besten Wege befinde, es zu werden. Außerdem erwähnt er noch des Rudiments eines vierten Mahlzahnes und beschreibt dies ausführlich auf S. 124 des I. Bandes dieses Handbuches (3. Auflage).

Adloff hat schon früher und besonders in seiner Arbeit »Das Gebiß des Menschen und der Anthropomorphen« hervorgehoben, daß der Mensch im Laufe der Stammesgeschichte eine beträchtliche Anzahl von Zähnen eingebüßt hat, und meint, daß dieser Reduktionsprozeß noch immer nicht abgeschlossen ist. Er glaubt, daß es sich hauptsächlich um die Rückbildung des oberen zweiten Schneidezahnes und um die des dritten Molars (Weisheitszahnes) handelt. Röse hat darüber statistisches Material gesammelt und ist gleichfalls der Überzeugung, daß diese zwei Zahnarten der Rückbildung unterworfen seien. Dependorfs Ansichten kann ich nicht näher würdigen, da sie mit den Anschauungen der meisten Autoren über überzählige Zähne nicht leicht in Einklang zu bringen sind, nichtsdestoweniger sei hier auf seine diesbezügliche Arbeit verwiesen.

Ob wir nach alledem heute schon behaupten können, daß der Weisheitszahn rudimentär zu werden anfängt, um so mehr als sich seit der paläolithischen Periode in der Bezahnung des Menschen nichts geändert hat, möchte ich dahingestellt sein lassen. Überhaupt scheinen die Gründe, die hierfür angeführt werden, bloß theoretischer Art zu sein, da gewisse Momente, welche ausschließlich dem Praktiker bekannt sind, nicht gebührend berücksichtigt werden, obgleich sie den unvollkommenen oder gestörten

Durchbruch des benannten Zahnes, dessen Ausbleiben, eventuell seine mangelhafte Entwicklung, bedingen können. Derartige Ursachen sind oft in mechanischen Hindernissen zu suchen. Einige Autoren wollen für das Rudimentärwerden des Weisheitszahnes hauptsächlich das oftmalige Ausbleiben und den häufig bis zur Stiftform reduzierten zwerghaften Bau desselben als Beweis bringen. Diese letztere Form des Weisheitszahnes wäre nach ihrer Ansicht, gegenüber jener Zahnsorte, die den Typus eines Zahnes verloren hat und nur mehr als rudimentäres Gebilde auftritt, bloß als Übergangsform zu betrachten. Ob daraufhin eine Reduktion anzunehmen sei, möchte ich bezweifeln; anderseits sind genügend Fälle bekannt, bei welchen außer dem normal geformten dritten Molar noch ein kleiner, aber gut entwickelter vierter Molar konstatiert werden kann. Das Museum des Wiener zahnärztlichen Instituts verfügt allein über zehn Fälle, die im Verlauf von bloß fünf Jahren gesammelt wurden. Siehe außerdem Anomalien der Zähne.

In dem von den Franzosen zu Karthago eingerichteten Museum, welches mit außerordentlichem Fleiß und mit vielem Verständnis angelegt worden ist, befinden sich unter den vielen ausgegrabenen Gegenständen auch Schädel mit vollkommen gut erhaltenen Zähnen, die bei genauer Prüfung weder an den Wurzeln noch an den Kronen irgendein abweichendes Hervortreten nachweisen lassen. Die einzige Anomalie, die ich konstatieren konnte, betraf einen Unterkiefer mit sechs vollkommen normal gebildeten und im Bogen stehenden Schneidezähnen. Bei allen übrigen Kiefern, unter denen auch Milchbezahnungen anzutreffen waren, konnte trotz ihres Alters von 2500 Jahren weder im Bau noch in der Größe auch nur die geringste Abweichung von den heutigen Bezahnungen konstatiert werden. Ich will daraus keine Schlüsse ziehen, finde es aber befremdlich, wenn auf Grund gewisser abnorm gestalteter und nur vereinzelt dastehender Fälle Theorien aufgestellt werden, die im Hinblick auf viele anderweitige, das Gegenteil beweisende Funde nicht ganz gerechtfertigt erscheinen. Den vergleichenden Anatomen und Anthropologen sei es übrigens überlassen, in die Frage der Gebißreduktion entsprechende Klärung zu bringen.

Ich halte es deshalb nach dem heutigen Stande unseres Wissens nicht für zulässig, den Weisheitszahn in die Reihe jener Zähne zu stellen, die mit der Zeit als schmelzlose Rudimente erscheinen werden, weil es nur ausnahmsweise gelungen ist, in dieser Gegend beim Menschen oder bei den verwandten Säugern schmelzlose Rudimente zu finden, und deshalb ist er, wie dies bei jeder Zahngattung vorzukommen pflegt, höchstens als eine zeitweilige, dem normalen Typus nicht entsprechende Form anzusehen. Die verschiedenen Abweichungen in Gestalt und Größe des Weisheitszahnes lassen eher darauf

schließen, daß er frühzeitig in seiner Entwicklung durch mechanische Einflüsse gehemmt wird, wie ich dies bei der Besprechung über die Retention hervorgehoben habe. Zuckerkandl (l. c.) glaubt dagegen, daß die Verkümmerung des dritten Molars nicht, wie behauptet wird, mit einer geringen Länge des Alveolarfortsatzes zusammenhängt, denn man finde sie auch in Kiefern mit genügend langen Zahnfortsätzen. Das Gegenteil wäre nach ihm das richtige: der Kiefer ist kürzer, weil der Weisheitszahn klein bleibt.

Rudimentäre Zahngebilde finden sich nicht nur im bleibenden, sondern auch im Milchgebiß. Selbstverständlich gilt dies bloß von jenen Tieren, die heterodonte Zahnformen besitzen. Bei einzelnen Gattungen kommt die Reduktion in verschiedener Weise vor. Bei den Beuteltieren wechselt bloß ein Zahnpaar, bei den Huftieren bleiben die Eckzähne zumeist rudimentär; die Karnivoren, die Nager, Insektivoren, Robben zeigen in ihrem Milchgebiß ein ganz eigenartiges Verhalten.

Ob das Milchgebiß die ursprüngliche Zahnzahl beibehalten oder ob eine Reduktion bis zu der jetzt stabilen Formel stattgefunden hat, läßt sich durch nichts nachweisen; immerhin wäre es unlogisch, aber auch höchst unwahrscheinlich, anzunehmen, daß die Reduktion nur bei dem bleibenden Gebiß und nicht auch entsprechend beim Milchgebiß vorkommen sollte, wenngleich die Literatur bei dem letzteren mit Ausnahme von geringen Abweichungen nichts verzeichnet, was darauf hinweisen würde. Zuckerkandl fand unter 100 Kinderschädeln bloß in zwei Fällen die Krone des zweiten oberen Milchbackenzahnes dreihöckerig und den vierten Höcker verkümmert; in den übrigen 98 Fällen waren die Zähne typisch geformt. Der zweite Milchmolar variiert demnach um volle 52% weniger oft als der zweite bleibende Mahlzahn.

Die meisten Zahnrudimente, welche in der Literatur erwähnt sind, stammen von mazerierten Schädeln und nur wenige von Lebenden. Im Jahre 1886 war es mir geglückt[1], bei einem jungen ungarischen Pastor zwei Zahnrudimente zu finden. Er klagte über heftige Zahnschmerzen im rechten unteren ersten Prämolar. Die Untersuchung ergab eine bloßliegende Pulpa nicht nur dieses, sondern auch des nachbarlichen zweiten Prämolars; er verweigerte die Behandlung und bestand auf sofortiger Extraktion. Ich entfernte den ersten Prämolar und damit gleichzeitig ein etwa hanfkorngroßes, ziemlich rundes Körperchen (Fig. 220 *A*), welches auf mich zunächst den Eindruck einer abgebrochenen Wurzelspitze machte. Erst die genauere Untersuchung zeigte, daß das Körperchen ganz unabhängig von der Wurzel des extrahierten Zahnes, die intakt war, zum Vorschein kam. Nach einigen

[1] J. Scheff, Über rudimentäre (schmelzlose) Zähne. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1888.

Tagen kam der Patient wieder und bat mich, ihm den zweiten Prämolar zu entfernen, mit welchem ebenfalls wie bei der ersten Extraktion ein solches Körperchen herausbefördert wurde. Dasselbe war jedoch etwas kleiner



Fig. 220.

Zentraler Schliff durch den größten Umfang des Rudiments. *P* Pulpahöhle. *C* Zementschicht um den Pulpakanal. *C' C'' C'''* Konzentrisch verlaufende Zementschicht. *D* und *D'* Dentin. *G* Globularräume. *R* Resorptionsräume.

als das erste. Die Körperchen dürften mit dem Blut ausgeschwemmt worden sein. Erst nachdem ich das zweite Gebilde näher betrachtete, wurde mir klar, daß ich zwei Zahnrudimente vor mir hatte, die den nebeneinander stehenden Zähnen entsprachen. Solche Rudimente am Lebenden waren bisher nur von Schneider in Würzburg gefunden worden. Holländers

Fall ist als Zahnrudiment nicht ganz einwandfrei und wäre, wenigstens was die Form anbelangt, eher als eine Mißbildung aufzufassen. Später wurden von Skogsborg und Bleichsteiner den meinigen ähnliche Zahnrudimente beschrieben.

Ich fertigte von beiden Rudimenten je einen zentralen Schliff an. Nachstehend der Befund in makroskopischer und histologischer Beziehung.

Das Rudiment *A* hat die Gestalt eines Hanfkorns von rundlicher, beinahe kugeliger Form, und ist an einzelnen Stellen seiner Peripherie leicht vertieft. Es läßt sich als ein dem gewöhnlichen Zahnzement ähnliches rundes Körperchen erkennen, welches aber seiner Gestalt und Größe wegen kaum den Eindruck eines Zahngebildes macht; der Ort, wo das Körperchen gefunden wurde, und namentlich die mikroskopische Untersuchung ergaben jedoch unzweifelhaft, daß wir es hier mit einem Zahnrudiment von ziemlicher Größe zu tun haben, um so mehr da das Körperchen in der Gegend des ersten Prämolars gefunden wurde, wo bis in die letzte Zeit die meisten derartigen Rudimente nachgewiesen wurden.

Ein zentraler Schliff, der durch den größten Umfang des Rudiments geführt wurde und der in Fig. 220 veranschaulicht ist, zeigt an einzelnen Stellen interessante Verhältnisse, die in ihrer Anordnung von jenen Rudimenten verschieden sind, welche Baume und Zuckerkandl beschrieben und abgebildet haben.

Etwas über die Mitte getroffen, findet sich die Anlage für den Pulpakanal (*P*); um diesen ringsherum eine konzentrisch verlaufende körnige Zementschicht (*C*), in welch letzterer an zwei entgegengesetzten Seiten große, unregelmäßig geformte Knochenkörperchen mit strahligen, verzweigten Ausläufern liegen. An jener Seite der konzentrisch gelagerten Zementschicht, in welcher keine Knochenkörperchen vorkommen, geht ein starkes Bündel ziemlich weiter Dentinkanälchen (*D*) ab, das sich bald nach seinem Ursprunge gegen die Peripherie in zwei starke schweifähnliche Büschel, vergleichbar mit den ausgebreiteten Flügeln eines Schmetterlings, teilt, welche gegen ihr Ende zu dünner werden. Diese beiden Stränge, mit dem gemeinschaftlichen Ursprunge, werden in ihrem Verlaufe gegen die angrenzende Zementschicht dünner, in welch letzterer (*C''*) in ziemlicher Breite zahlreiche Knochenkörperchen vorkommen. Gegen die eine Seite hin, und zwar links von der Pulpa, finden sich zahlreiche Dentinkanälchen, welche in ihrem Anfange gebogen, dichotomisch verzweigt sind und schließlich nach der Peripherie geradlinig verlaufen (*D'*). Das Ende dieser Dentinröhrchen mündet in kleinere, zahlreich nebeneinander liegende und in größere vereinzelte Globularräume (*G*). Rings um die Dentinschicht folgt der lamellös geschichtete Bau des Zements mit zahlreich eingestreuten größeren und kleineren Knochenkörperchen, die an einzelnen Stellen dichte Gruppen dar-

stellen (C' und C'''). Gegen die Peripherie zu werden die Knochenkörperchen an Zahl geringer und an Umfang kleiner, dagegen ist die lamellöse Struktur der Grundsubstanz deutlicher. Am Rande des Schliffes finden sich stellenweise Resorptionsräume (R), entsprechend den seichten Vertiefungen der Oberfläche des Körperchens.



Fig. 221.

P Pulpahöhle. D D D'' Dentin. C Zementschicht um die Pulpa. C' C'' C''' Zementschicht. R Resorptionsräume.

Fig. 221 B zeigt ein Zahnrudiment von etwas kleinerem Umfang als das in A abgebildete. Es ist unter hirsekorngroß und ebenfalls an der Peripherie stellenweise seicht vertieft, von ziemlich rundlicher Form. Es wurde bei der Extraktion des zweiten Prämolars im rechten Unterkiefer desselben Patienten gefunden und ist unzweifelhaft als schmelzloses Zahngebilde aufzufassen. Die mikroskopische Untersuchung läßt, abgesehen von kleinen Abweichungen in der Anordnung, dieselben Merkmale erkennen wie bei dem in Fig. 220 beschriebenen; wir haben es hier gleichfalls mit einem schmelzlosen Zahnrudiment zu tun.

Ein zentraler Schliff (Fig. 221), der durch die Mitte des Zahnrudiments gelegt wurde, zeigt unter dem Mikroskop folgende charakteristische Merkmale: Die Pulpahöhle (*P*) liegt nicht in der Mitte, sondern nach unten gegen den Rand des Körperchens. Rings um dieselbe finden wir eine helle, ovale Scheibe, die in ihrer Breite dem Durchmesser des Pulpakanals entspricht und radiär verlaufende Fasern zeigt, die nichts anderes als die Fortsätze der Knochenkörperchen sind; knapp um diese herum liegt eine dichte Ansammlung von Knochenkörperchen. Vom Rande dieser letzteren Schicht zieht nach rechts gegen die Peripherie ein kleines Bündel wellenförmig verlaufender Zahnkanälchen (*D*) und jenseits von diesen zwei weitere solche Bündel, von welchen das eine nach auf- (*D'*), das andere (*D''*) nach abwärts verläuft. Die letzteren beiden sind ärmer an Dentinkanälchen und verlieren sich ohne deutliche Grenze in die nach außen folgende Zementschicht. Diese ist rechts oben sehr breit und mächtig und entspricht dem von Baume angegebenen Zementkopf. In diesem befinden sich einzelne, aus mehreren Knochenkörperchen konfluierende Knochenkanäle. Weiter gegen den Rand folgt eine lamellös angeordnete, mit spärlichen Knochenkörperchen versehene Zementschicht (*C''*), der sich eine mondsichelförmige, beiläufig zwei Dritteile des ganzen Körperchens einnehmende dichte Zementschicht (*C'''*) anschließt. Den Rand bildet eine breite, ringsherum laufende lamellöse Schicht. An einzelnen Stellen des äußeren Randes, wie beispielsweise bei *R*, finden sich große, weit in das Zement hineinragende Resorptionsräume.

Fassen wir diese Beobachtungen und Untersuchungen im Vergleich mit den bisher gemachten Erfahrungen zusammen, so ergibt sich hieraus folgendes:

1. Das häufige Vorkommen der Zahnrudimente in der Gegend der beiden Prämolaren weist unzweifelhaft auf das Verschwinden ähnlicher zwei Zähne hin; Röse ist anderer Meinung, wie schon oben erwähnt wurde.

2. Bei keinem der bisher bekannten Rudimente ist Schmelz nachgewiesen worden.

3. Der histologische Bau der bis nun beschriebenen Rudimente ist im allgemeinen ein ziemlich gleichartiger; nur wenige zeigen eine deutliche Pulpahöhle. Einige kleine Verschiedenheiten in der Anordnung der zwei konstant vorkommenden Zahnsubstanzen, nämlich des Dentins und Zements — wie beispielsweise in unseren beiden Fällen —, sind von keiner besonderen Bedeutung.

4. Das Vorkommen solcher Zahnrudimente ist nicht so selten, als man bisher geglaubt hat.

5. Die Rudimente kommen zwar häufig in der Gegend der beiden Prämolaren vor, gewöhnlich zwischen dem ersten und zweiten und zwischen

diesem und dem ersten Molar. Nach den Untersuchungen Röses finden sie sich aber im Bereich sämtlicher Zähne, wodurch die bisherige Annahme vom Verschwinden des zweiten und vierten Prämolars zum Teil beeinflußt wird.

6. Überzählige Zähne können nicht immer als Beweis dafür dienen, daß unser heutiges Gebiß von jener Zahnformel abzuleiten ist, die als Urform mit 44 Zähnen angenommen wird.

7. Das Vorkommen von Verschiedenheiten in der Gestalt und Größe des Weisheitszahnes rechtfertigt kaum den Schluß, daß er gleich den verschwundenen Prämolaren daran ist, ebenfalls rudimentär zu werden.

8. Für den Ausfall des zentralen Schneidezahnes aus der ursprünglichen Zahnformel liegen bis nun, mit Ausnahme eines einzigen Falles, keine entsprechenden Beweise vor, und das zeitweilige Auftreten eines überzähligen oder stiftartigen Zahngebildes neben, hinter oder über den normalen Schneidezähnen kann nur bedingungsweise hierfür beweisend sein.

9. Es kann heute noch nicht festgestellt werden, ob ein zentraler oder ein lateraler Schneidezahn verschwunden ist[1]. Wollte man das Auftreten der Supplementärzähne oder ähnlicher Gebilde für jene Theorie nutzbar machen, so müßte man sich vorläufig nach den gemachten Erfahrungen eher für den Verlust eines kleinen Schneidezahnes entscheiden, da, wie schon früher bemerkt, der letztere als Supplementärzahn in der Form eines Stiftes oder als zugespitzter Griffel häufiger vorkommt, als dies bei den Zentralschneidezähnen der Fall ist.

10. Das zeitweilige Fehlen des zweiten Prämolars im Unterkiefer des Hundes könnte als Beweis dienen, daß beim Menschen derselbe Zahn verschwunden ist.

11. Das Verschwinden des ersten Prämolars beim Pferde, bei einigen Karnivoren und namentlich beim Hunde motivieren einige Autoren damit, daß der erste Prämolar bereits seine ursprüngliche Form verloren habe und nur mehr als kleines Stiftchen erscheint. Demgegenüber muß bemerkt werden, daß beim Hunde der zweite Prämolar häufig fehlt, obwohl er keine Reduktion in seiner Form und Gestalt zeigt. Mithin ist das zeitweilige Ausbleiben des ersten Prämolars und dessen stiftförmige Gestalt nicht als Reduktion, sondern vielmehr als eine Übergangsform zu seinem Nachbar zu betrachten.

3. Verwachsung des Dentins mit dem Knochen.

Eine Durchwachsung des Dentins mit Knochengewebe bei sonst normal durchgebrochenen Zähnen ist eine Seltenheit; dagegen ist das Vorkommen einer solchen bei retinierten Zähnen nicht

[1] Zuckerkandl E., Wiener mediz. Jahrbücher 1885.

ungewöhnlich. Das letztere nachgewiesen zu haben ist unstreitig das Verdienst Zuckerkandls[1], der in einer Arbeit über Zahnretention einen derartigen Fall sehr instruktiv beschreibt. Die Zahnärzte haben sich bisher mit diesem Gegenstand sehr wenig oder gar nicht befaßt, weil die Untersuchungen hierüber genaue histologische Kenntnisse voraussetzen. Der Glaube, daß eine Verwachsung der Zähne mit dem Kieferknochen sehr häufig vorkomme, ist immer weiter gedrungen und namentlich für jene Fälle angenommen worden, in welchen eine Extraktion unmöglich gewesen, oder wo die Zähne beim Versuch einer solchen abgebrochen sind. Manche Ärzte lehnen die Extraktion eines Zahnes ab, wenn seine Krone gegenüber den gewöhnlichen Dimensionen einen größeren Umfang zeigt, weil sie dabei Verwachsung des Zahnes mit der Alveole annehmen. Derartige Anschauungen konnten nicht verfehlen, auch die Patienten zaghaft und furchtsam zu machen und in ihnen die Vorstellung zu erwecken, daß Zähne, welche beim Extrahieren großen Widerstand entgegensetzen, nach ihrer Ansicht mit dem Kiefer verwachsen sein müssen. Solche irrige Ansichten wurden mitunter auch durch den Umstand veranlaßt, daß, wie dies häufig ohne Verschulden des Operateurs geschieht, bei der Extraktion der oberen und unteren Molaren ein Stück der äußeren Alveolarwand mitging, was für gewöhnlich keine unangenehme Erscheinungen im Gefolge hat, dafür aber den falschen Glauben von häufig vorkommenden Kieferbrüchen verbreitet hat. Unter solchen Verhältnissen mag es wohl angezeigt sein, nach dieser Richtung hin durch Veröffentlichung einschlägiger Fälle aufklärend zu wirken.

Zuckerkandl hat in seiner Arbeit »Über Zahnretention« das Verhalten des Knochengewebes zur Zahnsubstanz eingehend beschrieben und sowohl in makroskopischer als auch in histologischer Beziehung beide Gewebe untersucht. Es handelte sich in einem Falle um drei im rechten Oberkiefer nebeneinander zurückgebliebene Zähne — Eckzahn und die beiden Prämolaren —, die Kronen der letzteren hatten eine gemeinschaftliche Höhle, deren Wurzeln jedoch getrennte Alveolen (siehe S. 585). Als er den Versuch machte, die retinierten Zähne aus ihren Alveolen herauszuholen, um sie genauer zu besichtigen, fand er: 1. die Krone des zweiten Backenzahnes an einer umschriebenen Stelle so innig mit ihrer Alveole verwachsen, daß die erstere bei der Entfernung des Zahnes brach; 2. die eine Seite der Wurzel desselben Zahnes an einer 9 *mm* langen, 2 *mm* breiten Stelle leicht eingesunken und diese Stelle mit einem länglichen Knochen-

[1] Röse, Über die Rückbildung der seitlichen Schneidezähne des Oberkiefers und der Weisheitszähne im menschlichen Gebiß. D. Monatsschrift f. Zahnheilk. 1906, und Adloff, Das Gebiß des Menschen und der Anthromorphen. Vgl. Anat. Untersuchungen. Berlin, Verlag von Springer, 1908.

plättchen ausgefüllt; 3. die Krone und die untere Wurzelhälfte des Eckzahnes der linken Seite so innig mit dem Kieferknochen verwachsen, daß eine Auslösung des Zahnes ohne Kieferbruch nicht möglich gewesen wäre.

Die Beschreibung der Details übergehe ich, will aber das mikroskopische Bild jener Stellen, wo Knochen und Zahngewebe sich durchdringen, näher erörtern. Was das Verhalten des Knochengewebes zu dem Email betrifft, so fand Zuckerkandl, »daß das letztere oberflächlich verschiedene, tief in dasselbe eindringende, mit sekundären Buchten versehene Grübchen zeigte, die den unter dem Namen Howshipsche Grübchen bekannten Resorptionsflächen gleichen. Stellenweise ist das Knochengewebe so weit in das Email eingedrungen, daß nur sehr wenig Email zwischen dem Zahnbein und der Knochensubstanz sich findet, oder es hat an anderen Stellen das Email gar schon völlig durchbohrt. Die Verbindung zwischen beiden Geweben ist eine recht innige«. Bezüglich des Verhaltens des Knochengewebes zum Zahnbein erfahren wir, daß dasselbe an verschiedenen Stellen ein verschiedenartiges ist. An einer Stelle verhalten sich die Knochenbälkchen zum Dentin wie die Speichen eines Rades. Die Balken und die das Dentin deckende Knochenschicht bestehen aus normalem Knochengewebe. An einer anderen Stelle desselben Zahnes ist das Knochengewebe ganz anders gebaut. »Die Grundsubstanz ist stärker granuliert als gewöhnlich, Knochenlakunen sind nur in spärlicher Anzahl vorhanden, aber dieselben senden eine abnorm große Menge von untereinander anastomosierenden Fortsätzen aus. Nebenan stößt man auf große unregelmäßig geformte Knochenaushöhlungen, die aber gleich den Knochenlakunen auch einen reichlich verzweigten Komplex von Kanälchen führen. An einer anderen Stelle kann man wieder sehen, wie sich die regelmäßigen oder unregelmäßigen, bald in die Länge gezogenen, bald rundlichen Lakunen im Halbkreis oder in einem Kreis gruppieren; nirgends aber Haverssche Kanäle oder auch nur diesen ähnliche Röhren. Starke Vergrößerungen lassen die Anomalie des Knochengefüges noch deutlicher erkennen.«

Auch eine dritte Art von Knochengewebe mit drusigem Aussehen fand sich vor, gleichsam als wäre sie aus einem Konglomerat von sphärischen Körpern zusammengesetzt.

Nach der Beschreibung der verschiedenen Formen, welche das in den Zahn gewucherte Knochengewebe annimmt, wird die Frage aufgeworfen, »ob das Knochen- und das Dentingewebe da, wo sie aneinandergrenzen, auch organisch ineinander übergehen oder bloß durch das Ineinandergreifen zackiger Ränder und durch eine zwischen beide eingeschobene Substanz zusammenhängen«? Zuckerkandl hat eine große Reihe von mikroskopischen Präparaten geprüft und ist zur Überzeugung gelangt, daß, wenn es stellenweise auch schwerfällt, eine Grenzlinie zwischen dem

Knochengewebe und dem Zahnbein zu finden, eine solche doch stets vorhanden ist. Gewöhnlich ist dieselbe wellenförmig, seltener geradlinig. Am Schlusse seiner Arbeit erklärt Zuckerkandl, daß Knochen- und Zahnbeinsubstanz miteinander im Kampfe liegen, und daß dabei die härtere Substanz (das Dentin) dem andrängenden Knochen unterliegt. Diese Gewalt verdankt das Knochengewebe nach Zuckerkandl vornehmlich seinem kräftigen Gefäßsystem; dies scheint die Waffe zu sein, durch welche es im Kampfe um die Existenz Herr über die gefäßlose Zahnsubstanz wird.

Röse hat gleichfalls Untersuchungen über die »Verwachsung von retinierten Zähnen mit dem Kieferknochen« angestellt und vertritt die Ansicht, daß im Gegensatz zu den stets mit dem Knochen verwachsenen pleurodonten und akrodonten Zähnen die thekodonten Zähne der Krokodile und Säuger unter normalen Verhältnissen niemals mit dem Knochen verwachsen. Das Hindernis für die Verwachsung liegt nach Röse in dem Weiterwachsen der Hertwigschen Epithelscheide. Kommt dennoch bei retinierten Zähnen eine direkte Verwachsung mit dem Kieferknochen vor, so dürfte nach Röse die Hertwigsche Epithelscheide zuvor an der Verwachsungsstelle zerstört worden sein.

Williger hat in seiner Arbeit »Resorptionserscheinungen an einem retinierten Eckzahn« (Korrespondenzbl. f. Z. Bd. XXXVIII, Heft 1) die interessante Tatsache gefunden, daß »resorbierendes Gewebe vom Periodontium aus in den retinierten Zahn eingedrungen und nachträglich wieder zum Teil verknöchert ist«. Als ich die Arbeit Zuckerkandls gelesen hatte, erinnerte ich mich eines Schädels, den ich wegen eines an dessen Unterkiefer vorhandenen retinierten Zahnes vor längerer Zeit erworben hatte.

Der Unterkiefer (siehe Fig. 213), von dem ich hier spreche, war im Verhältnis zu anderen eigenartig gebaut. Der Körper, von ungewöhnlicher Dicke, hatte eine Höhe, welche namentlich vom unteren Rande bis zum Processus alveolaris abnorm genannt werden kann. Ebenso kräftig entwickelt waren auch der aufsteigende Ast und der Processus condyloideus. Die darin sitzenden Zähne überragten in ihren Längen- und Dickendimensionen um vieles das Normale. Namentlich gilt dies von den beiden Eckzähnen. Der Zahnbogen war nichtsdestoweniger klein zu nennen, weil die Zähne in schräger Richtung nach innen gestellt waren, wodurch die Ellipse an der Basis des Processus alveolaris im Verhältnis zu jener der freien Zahnränder in auffallendem Gegensatz stand.

Die beiden Eckzähne, um 45° nach außen gedreht, hatten ihre Stellung gegen die Mundhöhle derart geändert, daß sie zum Unterkieferkörper als zu ihrer Basis anstatt wie gewöhnlich im rechten in einem stark spitzen Winkel zu stehen kamen. Dadurch wurde jener Raum, der bestimmt

ist, die vier Schneidezähne aufzunehmen, derart verengt, daß drei von den letzteren nicht nebeneinander, sondern dachziegelförmig übereinander zum Durchbruch kamen, während einer, und zwar der zweite rechte, in seiner Alveole zurückgehalten beziehungsweise retiniert blieb. Er steckt frei in seiner Alveole und ist nur rechterseits durch eine ziemlich große Knochenlamelle, welche sich etwa strahlenförmig ausbreitet, in einer Ausdehnung von 3 *mm* mit dem Alveolarknochen verwachsen (siehe Fig. 222). Ein Versuch, den Zahn von seiner Verwachsungsstelle zu trennen, wurde nicht vorgenommen, um das histologische Bild nicht etwa zu trüben. Aus demselben Grunde wurde der retinierte Zahn samt seiner Alveole aus dem Kiefer herausgesägt und längs der Wurzel halbiert; beide Hälften des Zahnes mit dem entsprechenden Alveolarknochen wurden in Ebnerscher Flüssigkeit entkalkt und nach Zelloidinbehandlung mikrotomiert. An den Schnitten ergab sich entsprechend der Verwachsungsstelle folgender Befund:

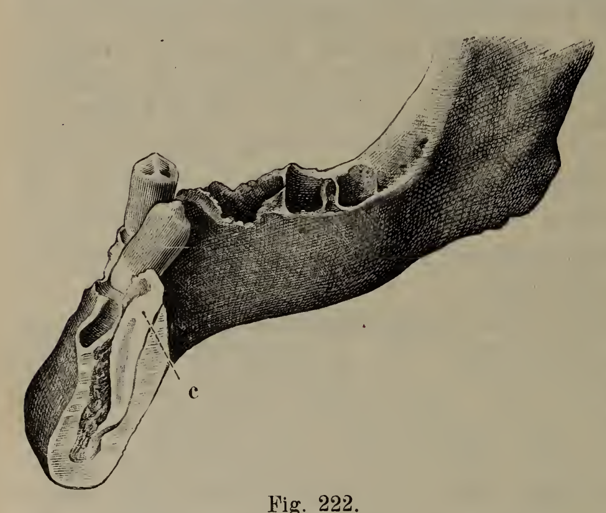


Fig. 222.

Sagittalschnitt des in Fig. 213 abgebildeten Unterkiefers; der Schnitt geht durch die Pulpahöhle des retinierten und mit dem Kieferknochen verwachsenen Zahnes (*c*).

Die Grenze zwischen dem Knochen und dem Dentin ist an der Verwachsungsstelle eine sehr unregelmäßige, indem der Knochen in zahlreichen untereinander zusammenhängenden Vorsprüngen in das Dentin hineinreicht, in welliger Grenze sich scharf von diesem absetzt und zwischen den miteinander konfluierenden Vorsprüngen schmale Reste von Dentin einschließt. Der Knochen ist in diesen Vorsprüngen von Haversschen Lamellensystemen gebildet, die verschieden weite Haverssche Kanäle einschließen. Die einzelnen Haversschen Lamellensysteme konfluieren entweder untereinander, oder sind durch schmale Dentinreste (in Fig. 223 *d'* und 224) voneinander getrennt und bilden gegen die Hauptmasse des Dentins die erwähnte wellige Oberfläche. Die ihnen entsprechenden Haversschen Kanäle sind größtenteils sehr eng, nur jene sind von auffallender Weite, die am meisten gegen die Dentinmasse vorgerückt erscheinen, wo sie aber auch nur von wenigen (4—5) Haversschen Lamellen umgrenzt werden, stellenweise sogar der Hohlraum direkt an

Dentinmasse angrenzt. Die Knochenkörperchen der Lamellen, welche entsprechend den kleinsten Kanälen bis 15 an Zahl erreichen, sind durch die gewöhnlichen, fast regelmäßig weit abstehenden, mit feinen Ausläufern versehenen Höhlen kenntlich.



Fig. 223.

Längsschnitt aus dem in Fig. 222 abgebildeten retinierten Zahn. *a* Ein (durch Resorption) sehr erweiterter Haversscher Kanal; ebenso *e, f, g, h, i, k* umgeben von Haversschen Lamellensystemen. *b, d* Knochen. *c, d'* Dentin.

Überlegt man die Art des Zustandekommens der beschriebenen Verwachsung des Kieferknochens mit dem Dentin, so ergibt sich folgendes:

Ein vorübergehender Reizzustand des den retinierten Zahn einschließenden Knochens und seines Periostes hatte zu einer Resorption am Zahne geführt. Als Reste solcher Resorptionsräume

erscheinen jene großen, an der Verwachsungsgrenze liegenden Räume, die nur von wenigen Knochenlamellen umgeben sind oder direkt an das Dentin angrenzen. Nach Ablauf dieses Reizzustandes (Periostitis) fand von dem jene Resorptionsräume ausfüllenden Gewebe aus eine Anbildung von Knochenlamellen an die Wände des Hohlraumes, mithin an das Dentin statt, die nach und nach zu einer vollkommenen Umwandlung der Hohlräume in Haverssche Lamellensysteme führte. Die zwischen den Resorptionsräumen erhalten gebliebenen schmalen Spangen von Dentin erscheinen dementsprechend nunmehr zwischen die Lamellensysteme eingeschlossen.

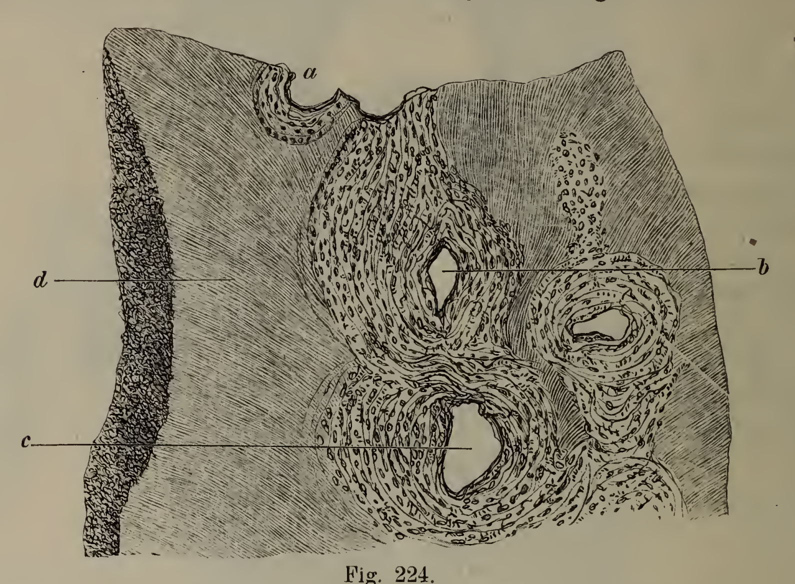


Fig. 224.

a, b, c Haverssche Kanäle, umgeben von Lamellensystemen. *d* Dentin (Längsschnitt).

Die Verwachsung erfolgt in der Regel nur an einer umschriebenen Stelle und dürfte wohl niemals den Zahn in toto betreffen. Bisher wurde die Verwachsung bloß bei retinierten Zähnen beobachtet. Weder Zuckerkandl noch ich (außer diesen beiden Arbeiten und denjenigen von Röse und Williger fand ich diesbezüglich nichts in der Literatur) haben bei anderen normal gestellten Zähnen eine Verwachsung beobachten können, trotzdem ich jeden extrahierten Zahn mit der Lupe darauf untersuche. Einige Autoren geben an, daß die Wurzeln der Zähne bei Buckligen und Rachitischen häufig mit der Alveole verwachsen vorkommen sollen, doch habe ich dies niemals beobachten können.

Linderer[1] bespricht die Verwachsung der Wurzel mit dem Processus alveolaris sehr ausführlich. Er ist gleichfalls der Ansicht,

[1] Linderer, Handbuch für Zahnheilkunde S. 129.

daß eine solche sehr selten vorkommt, und meint, daß diejenigen, welche sie oft gesehen zu haben versichern, sich durch jenes Stück vom Alveolarteil, welches am extrahierten Zahn haften blieb, täuschen ließen. Linderer meint mit den von ihm beobachteten Fällen wohl nur die Verwachsung des Zements mit dem Proc. alveolaris, also Knochen mit Knochen. Eine Verwachsung des Dentins mit dem Knochen ist von ihm und auch von anderen Autoren nicht erwähnt. Wohl hat man zur damaligen Zeit bloß makroskopisch untersucht, und es wäre nicht unmöglich, daß bei vorgekommener Verwachsung des Zements mit dem Knochen dieser durch das Zement hindurch bis in das Dentin gereicht haben könnte.

Linderer spricht sich über die Entstehung der Verwachsung der Wurzel mit dem Proc. alveolaris folgenderweise aus: »Ist eine Wurzel mit dem Zahnfortsatz verwachsen, so kann dies nicht bei der ersten Bildung, sondern erst später durch eine Krankheit geschehen sein, denn wenn die Wurzel gebildet wird, so wird sie, wenn sie wächst, immer mehr in die Höhe geschoben, und nur ein sehr geringer Teil wächst in die Tiefe. Sollte nun die Verwachsung schon bei der ersten Bildung geschehen, so könnte der Zahn teils nicht in die Höhe wachsen, teils die Wurzel nicht ganz gebildet werden, was aber nicht der Fall ist. Es wird also dieser Zustand, wie auch bei anderen Knochen, durch die Entzündung der Beinhaut hervorgebracht, durch die nach der Alveole hin eine Ausschwitzung von Knochenmaterie entsteht, welche die Wurzel auch mit jener verbindet.«

Zum Schluß sagt er, daß nur gleiche Substanzen verwachsen, Schmelz mit Schmelz, die Wurzeln unter sich oder, da sie mit einer knochenartigen Rinde umgeben sind, mit dem Processus alveolaris.

Während nun Linderer eine Verwachsung der Wurzel mit dem Knochen zugibt, scheint er eine solche des Zahnbeins mit dem Knochen nicht gekannt zu haben, er leugnet sie jedoch nicht, wie dies von manchen Autoren geschieht.

Leszai[1] nimmt die Verwachsung (höchstwahrscheinlich der Wurzel mit dem Knochen) als oft vorkommend an und ist der Ansicht, daß sich dieselbe deshalb leicht erklären lasse, weil der Zahn aus einem flüssigen Keim entstehe.

Busch[2] leugnet die Verwachsung zwischen Zahnsubstanz und Knochengewebe und meint, daß zwischen Zahn und Knochen stets eine dünne Lage fibrösen Bindegewebes vorhanden sein muß. Angesichts der unleugbaren, von Zuckerkandl und mir erbrachten Befunde scheint diese Anschauung unhaltbar.

---

[1] Leszai Dan. v., Die Dentition usw. Wien 1830.

[2] Busch, Verhandlungen der Deutschen odontologischen Gesellschaft, Bd. II, Heft 1.

Eine Diagnose der Verwachsung läßt sich in vivo absolut nicht stellen, man kann sie vermutungsweise nur in jenen Fällen annehmen, in welchen beispielsweise die Kronen zweier Zähne verwachsen sind, oder wo Retention und namentlich Halbretention nachgewiesen ist.

Die Ursachen der Verwachsung zwischen Zahnbein und Knochen lassen sich wohl nur so erklären, wie dies bereits auf S. 616 geschehen ist. Dieser entzündliche Reizzustand kann selbstverständlich durch die verschiedensten, im Periost selbst gelegenen oder von außen kommenden chemischen, thermischen oder auch mechanischen Ursachen bedingt werden. Die Verwachsung des Zahnbeins mit dem Knochen ist eine seltene Erscheinung, und da ich sie auch bei replantierten Zähnen wiederholt zu finden Gelegenheit hatte, worauf ich bei dem entsprechenden Kapitel noch zurückkommen werde, so erscheint sie als eine wichtige und interessante Bereicherung der Pathologie der Zähne.

Zahnärztliche Röntgenologie.

Von

I. Robinsohn und **B. Spitzer.**

Seit dem Erscheinen unserer ersten Veröffentlichung in der vorhergegangenen Auflage des Handbuches 1909 ist durch die Arbeiten von Dieck (1911), Cieszyński (1913), Robinsohn (1913), Pordes (1919, 1920) und anderen die Zahnröntgenologie zu einer so umfangreichen Wissenschaft angewachsen, daß eine erschöpfende Darstellung derselben auf dem hier zur Verfügung stehenden Raume nicht möglich ist. Wir müssen uns daher auf einige wenige, hauptsächlich eigener Erarbeitung entsprungene, Kapitel beschränken.

A. Projektionstechnik.

Wir können den technischen Teil ganz übergehen. Die komplizierten Verhältnisse der zahnärztlichen Aufnahmetechnik sind durch die Detailarbeiten von Cieszyński und Pordes in der Zwischenzeit erschöpfend, nach unserer Meinung fast zu kompliziert, dargestellt worden.

Den Anfänger, der versuchen würde, autodidaktisch nach den genannten Darstellungen sich die spezielle Röntgentechnik anzueignen, müßte die Verzweiflung des Erlernens angehen. Technisches kann man fast nur praktisch erlernen, die Praxis ist aber recht einfach.

Nur eine einfachste, die natürliche Projektionsregel, sei hier mitgeteilt. Diese lautet: Bringe den Fokus der Röntgenröhre, d. i. das Projektionszentrum, an diejenige Stelle des Raumes dem aufzunehmenden Objekte gegenüber, an der sich dein Auge befinden müßte, wenn du das (durchsichtig gedachte) Objekt in einer bestimmten Weise dir zur Betrachtung einstellen wolltest. Wenn man diese Regel einmal begriffen hat und als Anfänger jedesmal vor der Aufnahme sich die günstigsten Projektionsbedingungen vor dem Skelett zurechtlegt, wird man im allgemeinen mindestens ebenso richtig projizieren als mit Zuhilfenahme von Einstellmarken, Einstellzirkeln, komplizierten Handgriffen usw. Ferner wird man dann besser in der Lage sein, aus den Projektionserscheinungen die Topik zu erschließen. Ohne

dieses Vermögen des stereognotischen Röntgensehens kann man eine vollkommen richtige Anschauung von den Verhältnissen eines Falles kaum gewinnen. Man wird ein Röntgenbild nicht richtig deuten können, wenn man nicht aus der Projektion auf die vorausgegangene Einstellung zurückzuschließen und umgekehrt die projektorische Wirkung einer bestimmten Einstellung sich mit geistigem Auge zu vergegenwärtigen versteht. —

Die Zahnaufnahmen sollen bei der Betrachtung der Originalplatten und -filme ebenso auf den Reproduktionen und Skizzen und diagnostographischen Skizzen so orientiert werden, daß die Zähne sich wie bei der Betrachtung des Kiefers von außen präsentieren (umgekehrt bei Dieck). Bei Herstellung von Kontaktkopien der Filmaufnahmen ist die seitenrichtige Orientierung dadurch möglich, daß man die Filme nicht mit der Schicht, sondern mit der Rückseite auflegt, was der Schärfe der Bilder keinen Abbruch tut.

Die Originale lassen, wie Röntgenbilder überhaupt, nur auf einer womöglich indirekt und gleichmäßig beleuchteten Fläche die Feinheiten gut erkennen. Für den zahnärztlichen Zweck genügt ein kleiner, sogenannter Schaukasten. Eine untergelegte Milchglasscheibe tut im allgemeinen denselben Dienst. Vorteilhaft ist eine in der Helligkeit abstufbare Lichtquelle. Benutzung einer mäßigen Lupenvergrößerung (etwa 4fach) ist vorteilhaft; stärkere Vergrößerung, auch auf Kopien, verträgt ein Röntgenbild in der Regel nicht.

Bei dem Reichtum der Zahnbilder an Einzelheiten kann folgende diagnostische Aufmerksamkeitsregel nicht genug ans Herz gelegt werden:

»Was einem beim Betrachten eines Röntgenbildes beim ersten Blick besonders auffällt, das nehme man zur Kenntnis, lege es aber im Geiste beiseite, abstrahiere davon und wende seine Aufmerksamkeit den anderen weniger auffälligen Einzelheiten im Bilde zu. Diese kommen häufig allein in Betracht und würden sonst der Aufmerksamkeit entgehen.«

B. Technik der Röntgendiagnose (Bildanalyse).

Graphische Darstellung röntgenologischer Zahnbefunde.

Die röntgenographische Darstellung der Zähne und Kiefer liefert die detailreichsten und kompliziertesten Bilder in der Röntgenologie überhaupt. Die Zahl und morphologische Mannigfaltigkeit der Zähne und der damit korrespondierende Aufbau des Kieferfortsatzes verleiht den Bildern einen großen Reichtum an Formelementen, die Zusammensetzung des Kiefers, besonders der Zähne, aus verschieden dichten Hartsubstanzen, einen Reichtum an natürlichen Schattenstufen, die reiche Anwendung von

verschiedenartigsten Füllmaterialien ergibt mannigfaltige künstliche Schattenstufen und endlich die Mannigfaltigkeit der pathologischen Veränderungen und der chirurgischen Eingriffe eine außerordentliche Komplizierung der normalen und pathologischen Verhältnisse, eine wesentliche Vervielfachung der natürlichen Formelemente.

Vergleicht man ein einfaches Zahnbild mit einem komplizierten Bilde eines Extremitätenteiles, z. B. des Karpus, so kann man ohne Übertreibung sagen: so viele Details hier auf einem Zentimeter, dort auf einem Millimeter.

Nun bildet die Wiedergabe der Röntgenbilder für den Druck schon an sich ein schwieriges Problem der Buchtechnik. Das Rasterverfahren versagt hier so gut wie ganz; an Details und Schattenstufen reiche Zahnaufnahmen lassen sich aber schon gar nicht durch Rasterdruck reproduzieren, und man muß zu dem teuren photomechanischen Bromsilberdruck greifen, welcher fast alles wiedergibt, was auf einem Positiv überhaupt wiedergegeben werden kann, wobei als bekannt vorausgesetzt werden darf, daß die natürlichen Schattenstufen des Originalnegativs bei der Umwandlung in ein Positiv teils modifiziert, teils gelöscht werden.

Auch die zeichnerische Wiedergabe kam bisher über einen bestimmten toten Punkt in bezug auf Vollständigkeit nicht hinaus. Die Autoren brachten bloß Konturzeichnungen einer Einzelprojektion, in die sie einzelne, aber lange nicht alle anatomischen Details einzeichneten. Namentlich fehlte jeder Versuch, das wichtigste Formelement des Zahnröntgenbildes, die Alveole, im normalen und pathologisch veränderten Zustande graphisch darzustellen.

Aus diesem Grunde hat der eine von uns ein eigenes Verfahren, die Platy- oder Diagnostographie, ausgearbeitet und nach mehrjähriger Erprobung im Jahre 1913 in der Österreichischen Zeitschrift für Stomatologie Heft 9 sowie später im Bd. XXII der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen publiziert.

Der letzteren Abhandlung[1] sind die folgenden Abschnitte größtenteils entnommen:

Platydiagraphie, Diagnostographie.

Im folgenden sei diese graphische Darstellungsweise zahnröntgenologischer Befunde wiedergegeben und begründet. Sie ist auf wissenschaftlichen Prinzipien aufgebaut und bezweckt eine korrekte, einfache und vollständige Wiedergabe aller diagnostisch wichtigen Einzelheiten der Kiefer und der Zähne.

---

[1] Dr. I. Robinsohn: Graphische Darstellung zahnröntgenologischer Diagnosen.

Die Methode der Darstellung hat folgenden Aufbau:

1. Konstruktion eines ebenflächigen Diagramms, Platydiagramms (ähnlich Mercators Projektion in der Geokartographie), erhalten durch die schematische Umwandlung des röntgenperspektivischen, fokal projizierten Einzelbildes in eine übersichtliche Flachprojektion und Kombination der Einzelbilder zu einem Gesamtbild. In bestimmten Fällen wird auch die Rekonstruktion schematischer anatomischer Längs- und Querschnitte zu Hilfe genommen.

2. Graphische Charakterisierung der normalen und pathologischen Formelemente der Kiefer und Zähne durch konventionelle, aber

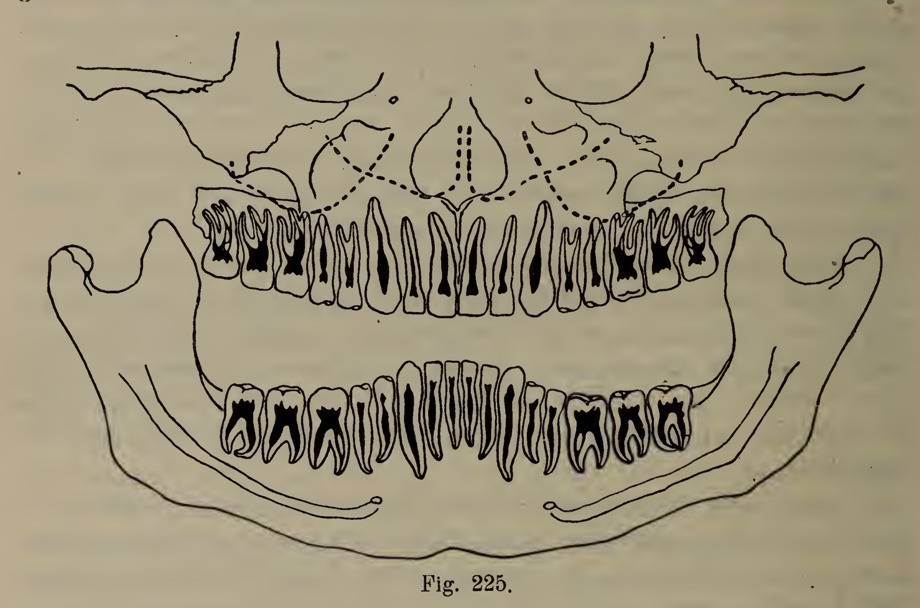


Fig. 225.

möglichst natürliche symbolische Zeichen, ähnlich wie in der Geokartographie konventionelle Zeichen für die Elemente der Landschaft, wie Berge, Flüsse, Sümpfe usw., verwendet werden.

3. Verbale, auf ein Minimum beschränkte Interpretierung.

Man kann diese graphische Methode der Darstellung, welche ohne weiteres die Diagnose ablesen läßt, als Odontodiagnostographie oder, da die Flachprojektion fast nur auf die Zahnröntgenologie anwendbar ist, kurzweg als Diagnostographie bezeichnen.

Ad 1. Platydiagraphie.

Kleben wir Röntgenogramme von Einzelzähnen so nebeneinander auf, daß die Kronen und die Wurzelspitzen die richtigen Distanzen zueinander

erhalten, oder denken wir uns den Kiefer mitsamt den Zähnen durch Entkalkung erweicht und wie eine Herbarpflanze flachgedrückt, oder belegen wir (vgl. Fig. 225) die Außenseiten der Kiefer mit Stanniol- oder Bleiblech und wickeln die so gewonnene Abformung in der Fläche ab, so erhalten wir eine Flachprojektion der Kiefer, in die man die morphologischen und topischen Befunde an Kiefer und Zähnen einzeichnen kann, wie geographische Elemente in das Flächennetz einer Landkarte.

Den Ausgangspunkt des graphischen Systems bilden daher die beiden Figuren der Abbildung 225. Sie wurden gewonnen durch Abwicklung eines Bleibelages des Ober- und Unterkiefers vom skelettierten Schädel einer 29jährigen Frau. In diese Figur wurden die Zähne nach den Bildern der Metallkorrosionen in Fig. 19 aus dem Lehrbuch und Atlas der Zahnheilkunde von Preiswerk (Lehmannscher Verlag, 1908) eingezeichnet; ebenso wurden die Flächenprojektionen der Kieferhöhle des Nasenhöhlenbodens und des Septums (in gebrochenen Strichen) entsprechend eingetragen.

Das so gewonnene Übersichtsplatydiagramm gibt eine geordnete Nebeneinanderfolge aller Bilder, die dem Auge nacheinander erscheinen, wenn man entweder mit dem Auge den Kiefer umkreist oder den Kiefer vor dem betrachtenden Auge herumdreht. Der einzelne Zahn soll im Platydiagramm so dargestellt sein, wie er dem Auge bei Betrachtung von vorn her, das ist in radialer Richtung zum Kieferbogen, erscheint.

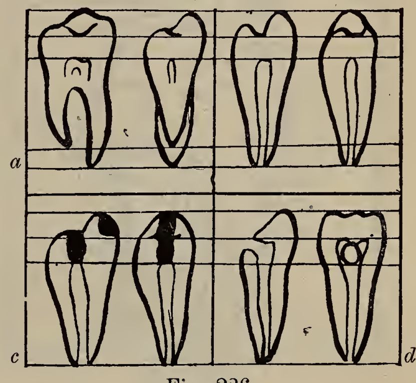


Fig. 226.

Da aber ein Objekt, auch wenn es durchsichtig ist, nie seine sämtlichen Details offenbart, wenn man es bloß von einer Seite besieht, so wäre eine ebenflächige Darstellung manchmal wenig instruktiv. Ein Zahn mit einer lingualen und bukkalen Wurzel (Fig. 226 *a*) erschiene in radiärer Projektion scheinbar einwurzelig. Man ist daher manchmal gezwungen, dem Bilde Gewalt anzutun und Kronen und Wurzeln in verschiedenen Projektionen kombiniert zu zeichnen. (Etwa wie der ägyptische Künstler einem von vorn her gesehenen Rumpf einen Kopf in Seitenansicht aufsetzt und in diesen das Auge in Vorderansicht einzeichnet.)

Im allgemeinen wird jedoch, wie gesagt, das Bild in rein radiärer Projektion gezeichnet, was um so zulässiger ist, als ja Aufnahmen der Zähne in zwei aufeinander senkrecht stehenden Projektionsrichtungen, wie

wir sie für andere Körperteile postulieren und durchführen, nur selten möglich sind und wir uns auf rein radiäre oder schräge Projektionen beschränken müssen. In Fig. 226 *a—d* habe ich versucht, die Deckungsverhältnisse, die durch radiäre Projektionen entstehen, zu illustrieren. Die durchsichtig gedachten Zähne sind einmal von der Seite her (Figuren zur linken Hand), das anderemal von vorn her dargestellt (Figuren zur rechten Hand). Wir sehen, wie in jeder Projektion andere Teile konturbildend, andere Teile in die Tiefe versenkt erscheinen.

Fig. 226 *a*: Schema eines dreihöckerigen, zweiwurzeligen Zahnes: in der radiären Projektion scheinbar zweihöckerig und einwurzelig.

Fig. 226 *b*: Zweihöckeriger Zahn: in der radiären Projektion ist der kürzere Höcker vom längeren gedeckt.

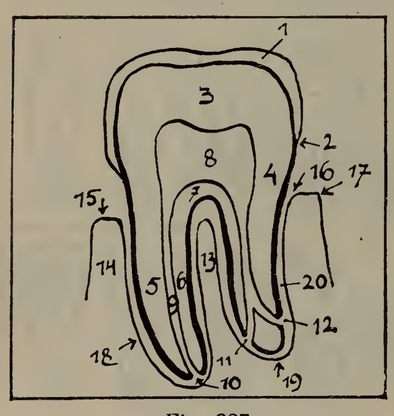


Fig. 227.

Fig. 226 *c*: Zweihöckeriger Zahn mit je einer Plombe im Sattel zwischen den Höckern und im größeren Höcker; in der radiären Projektion konfluieren die beiden Plomben miteinander und bilden ein scheinbares Ganzes.

Fig. 226 *d*: Schema eines lingual trepanierten Zahnes. Die Trepanationsöffnung projiziert sich bei radiärer Projektion in die Kronenhöhle, der Defekt würde seine Seitenzugehörigkeit bloß auf der radiären Aufnahme erkennen lassen. Er liegt hier lingual; wäre er labial angelegt, so wäre das radiäre Bild das gleiche.

Das Platydiagramm hat aber nicht nur die topographisch-projektorischen, sondern möglichst alle wichtigen Verhältnisse des normalen und kranken Kiefers und der Zähne zu berücksichtigen.

Ad 2. *a)* Graphische Charakterisierung der normalen Verhältnisse.

Was man am einzelnen Zahn zu beachten und darzustellen hat, sei in Fig. 227 wiedergegeben.

1. Kronenemail: an sich röntgenologisch wenig wichtig, da der äußeren Inspektion zugänglich, daher selten gezeichnet; zu achten auf Resorptionsherde, die sich unter dem Email ausbreiten und außen nicht sichtbar sind.

2. Unterer Schmelzrand.

3. Kronendentin.

4. Halsteil, reichend vom unteren Schmelzrande bis zum Limbus der normalen Alveole, beziehungsweise bis zum Kamme des normalen Septums; zu achten auf Karies und Zahnstein.

5. 6. Wurzel, Dentin und Zement nicht differenzierbar; zu achten auf die Breite der Wurzel zu beiden Seiten des Wurzelkanals (wegen Resorption an der äußeren oder inneren Seite bei Karies, Druckatrophie an den Wurzeln von Milchzähnen durch die Kronen der durchbrechenden bleibenden Zähne usw.), Form der Spitze usw.

7. Wurzelbrücke, zugleich Boden der Pulpahöhle.

8. Kronenhöhle, zu achten auf Form und Größe der Höhle (Sekundärdentin, Dentikel).

9. Wurzelkanäle, zu achten auf Weite und Verlauf der Kanäle.

10. 11. 12. Foramen apicale, zu achten auf Breite (ob offen oder geschlossen) und die Mündung (an der Spitze oder seitenständig).

13. Septum interradiculare.

14. Septum alveolare s. interdentale.

15. Kamm des Septums.

16. 17. Limbus alveolaris.

18. Seitenwand der Alveole.

Septum und Alveole sind in der minuziösesten Weise auf resorptive und sklerosierende Veränderungen abzusuchen.

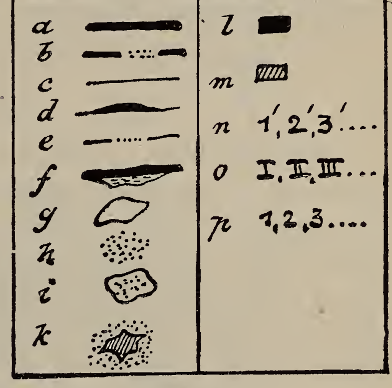


Fig. 228.

19. Spitzenalveole.

20. Periodontalraum, der vom Periodont eingenommene Raum zwischen Wurzeloberfläche und Alveolarkompakta; auf Breite genau zu achten.

Ad 2. *b)* Graphische Charakterisierung [besonders der pathologischen Verhältnisse.

Fig. 228 gibt eine übersichtliche Zusammenstellung aller graphischen Symbole, die in der Diagnostographie zur Anwendung kommen.

a) Konturzeichnungen der Zahnoberfläche und der stärkeren Außenkompakten.

b) Destruierte Außenkompakta.

c) Konturzeichnungen der Zahninnenflächen (Begrenzung des Pulparaumes) und der zarten Innenkompakten der Alveolarwand und der natürlichen Kanäle (Canalis mandibularis und incisivus) und der natürlichen Hohlräume (Kiefer- und Nasenhöhle).

d) Hyperostotische, sklerosierte Innenkompakten.

e) Destruierte Innenkompakten.

f) Verkalkte Apposition über Außenkompakten (Periostitis).

g) Unscharf begrenzte Resorptionsherde der Zähne und Kieferknochen.

h) Scharf begrenzte Resorptionsherde der Zähne und der Kieferknochen.

i) Natürliche Hohlräume (nicht punktieren!).

k) Resorptionsherd mit Sequester.

l) Spezifisch schwere, besonders metallische Füll- und Ersatzmaterialien und Fremdkörper.

m) Spezifisch leichte Füll- und Ersatzmaterialien (z. B. Zement, ferner Zahnstein usw.).

n) Bleibende Zähne: arabische Ziffer im Seitensymbol (——|——). (Noch nicht durchgebrochene oder retinierte Zähne werden, soweit sie im Kiefer liegen, schraffiert.)

o) Milchzähne: römische Ziffer im Seitensymbol (——|——).

p) Auf den Text verweisende Ziffern.

Ad 3. Verbale Interpretierung.

Wie man sieht, ist die Graphik sehr einfach und logisch aufgebaut. Sie ist es, die das Platydiagramm zum Diagnostogramm macht. Wer sich Mühe geben will, das Diagnostogramm zu lesen, für den ist eine verbale Interpretierung größtenteils überflüssig. Mit anderen Worten, im Platydiagramm steht so gut wie alles bildlich geschrieben, was man im Text sagen kann; man kann jederzeit ohne einen Blick auf die Originalbilder nach dem Diagnostogramm den Befund diktieren.

Illustrationsbeispiele.

Die im folgenden mitgeteilten Fälle sind der Kasuistik meiner Privatpraxis entnommen und haben alle Nachteile einer solchen, namentlich den Mangel klinischer Beobachtung. Doch das ist für unseren Zweck von minderer Wichtigkeit. Ferner wird die Dürftigkeit der Anamnesen auffallen. Dieser Mangel ist bei der Unverläßlichkeit der Anamnese von Zahnkranken von geringerer Bedeutung. Das Studium von Röntgenbildern soll überhaupt ohne Rücksicht auf die Anamnese objektiv geschehen. Mein Lehrer, der Dermatologe Kaposi, konnte in unheimliche Wut geraten, wenn wir einem uns zur Diagnose überwiesenen Patienten auch nur die Frage vorlegten: »Wie lange haben Sie das?« — — «Es steht alles auf der Haut geschrieben!« pflegte er zu sagen. Auch vom Röntgenbild gilt dasselbe.

Die wiedergegebenen Diagnostogramme und die verbale Erläuterung sind nicht etwa für die vorliegende Publikation auf Schönheit zurechtgemacht, sondern wurden fast genau in derselben Weise als alltägliche Befunde den zuweisenden Kollegen abgegeben.

Wo geringe Abweichungen zwischen dem Diagnostogramm und dem auf den Bildern Sichtbaren sich ergeben, ist zu berücksichtigen, daß die wiedergegebenen Bilder aus einer größeren Zahl (bis zehn und mehr) von Einzelaufnahmen, die ich von jedem Fall anfertige, zur Reproduktion ausgewählt sind. Das Diagnostogramm ist eben nicht die Transkription eines Einzelbildes, sondern ein Kombinationsschema aller vorliegenden Einzelaufnahmen zu einem Gesamtbilde. Darin erblicke ich einen der Hauptvorzüge der Methode.

Erläuterungen und Bemerkungen zur Kasuistik[1].

Diagnostogramm I (Fig. 229) zu Bild I*a*, *b*, *c* auf Tafel XI.

Ungefähr 24jährige Frau. Vor zwei Monaten akute Schmerzen und Schwellung im Wurzelgebiet des 1/; auf Trepanation Besserung. Nach

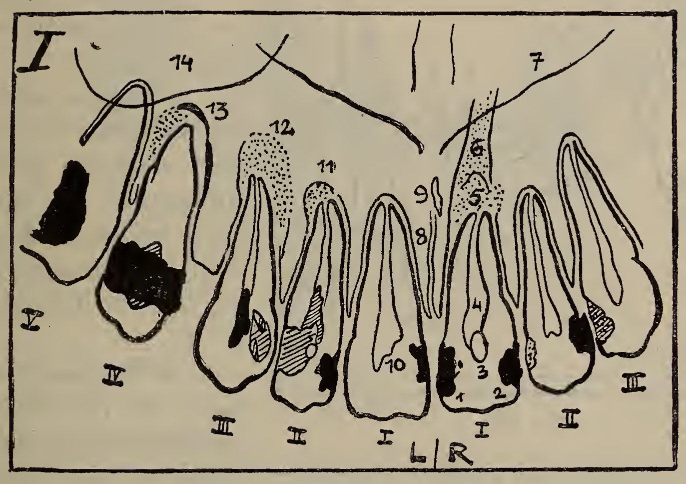


Fig. 229.

vierzehn Tagen Rezidiv; auf Wurzelbehandlung Besserung. Acht Tage später Exazerbation, die eine Inzision über der Wurzelspitze notwendig machte; Persistenz der Erscheinungen. Über das Schicksal der anderen Zähne kann Patientin, die ihre Zahnärzte wiederholt gewechselt hat, keine dezidierten Angaben machen.

1/ mit mesialer und distaler Kronenplombe *1)*, *2)*; die Trepanationsöffnung *3)* führt in einen unregelmäßig erweiterten Wurzelkanal *4)*; die arrodierte Wurzelspitze ragt in einen Resorptionsherd, der eine deutliche

[1] Die Tafeln finden sich in Bromsilberdruck im Bd. XXII der Festschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen. Die hier abgedruckten diagnostographischen Skizzen stammen aus einer älteren Zeit und zeigen statt arabischer lateinische Ziffern und seitenverkehrte Zeichnung.

Zweiteilung erkennen läßt: in einen periapikalen Resorptionsherd *5)*, dessen Fundus noch teilweise erkennbar ist, und in eine Fortsetzung desselben, einen langgestreckten, scharf begrenzten Resorptionskanal *6)*, der bis an den Boden der Nasenhöhle *7)* reicht. Es liegt demnach eine Perforation eines Wurzelspitzenabszesses gegen den Nasenhöhlenboden vor.

Das Septum interradiculare zwischen *1/1* läßt deutlich die Sutur *8)* und einen rudimentären Canalis incisivus *9)* erkennen.

/2, 3 und *4* mit komplizierten Kronenplomben und Kronenhöhlenfüllungen; die Wurzelspitzen umgeben von je einem Resorptionsherd *11), 12), 13)*, die (besonders deutlich *13)* Neigung zu sklerotischer Demarkation zeigen; der Resorptionsherd am */4* zeigt distal durch unscharfe Begrenzung Tendenz, gegen die Kieferhöhe *14)* sich auszubreiten.

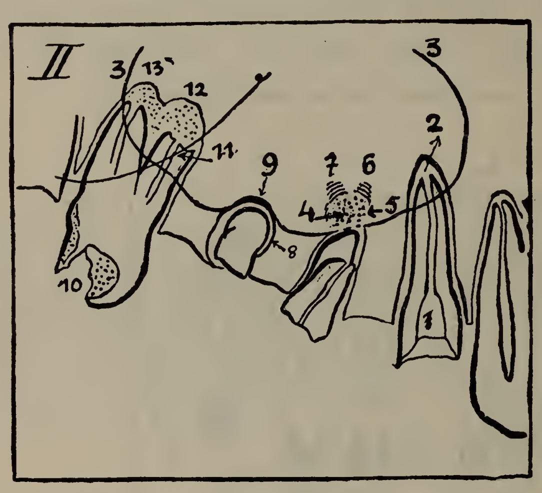


Fig. 230.

2, 3/ mit Kronenplomben; Wurzelgebiet röntgenologisch normal.

/1 mit mesialer Plombe und konsekutiver Obliteration des mesialen Hornes der Kronenhöhle *10)* durch Bildung von Sekundärdentin.

Diagnostogramm II (Figur 230) zu Bild II auf Tafel XI.

28jährige Frau. Seit fünf Jahren an linksseitigem Kieferhöhlenempyem leidend; die Kieferhöhle wurde bisher 15mal mit positivem Befunde punktiert, das letztemal am Vortage der Untersuchung.

/2 röntgenologisch normal.

/3 Krone fehlt; Kronenhöhle *1)* erweitert (offenbar für Stift); die Alveole im ganzen normal, bloß an der Spitze Erweiterung des Periodontalraumes *2)*, zu erkennen an der Verbreiterung des Abstandes der anscheinend leicht verdichteten Alveolarwand und der Oberfläche der Wurzelspitze, wie bei chronisch-periodontitischer Schwellung oder wie beim Heraussteigen eines Zahnes aus der Alveole infolge fehlenden Gegendruckes seitens der Antagonisten. Die Spitzenalveole läßt keinerlei Usur erkennen und projiziert sich ebenso wie die der folgenden Zähne auf die Kieferhöhle *3)*, die gleich wie auf der rechten Seite (Bilder nicht reproduziert) abnorm groß ist und mesial bis fast an die Inzisiven heranreicht.

/4 fehlt, die Alveole normal involviert.

/5 Krone und Hals fehlen; die Wurzelreste umgeben von einem der Kieferhöhle anliegenden Resorptionsherd *4)*, dessen Wand stellenweise defekt ist *5)* (Perforation in die Kieferhöhle?), stellenweise reaktive Verdichtungen zeigt *6)*, *7)*.

/6 fehlt, bis auf (durch Resorption und Hyperzementose) abgerundete Wurzelreste, die sich durch sekundäre Restitution einer Alveole *8)* und durch Sklerosierung des Bodens der Kieferhöhle *9)* gegen letztere abgekapselt haben.

/7 Kronendefekt *10)*; die Wurzeln kräftig, sparrig auseinander stehend; die mesialere Wurzel zackig usuriert *11)*; beide Wurzeln gemeinsam umgeben von einem konfluierenden Resorptionsherd *12)*, *13)*, der der Kieferhöhle in großer Ausdehnung anliegt.

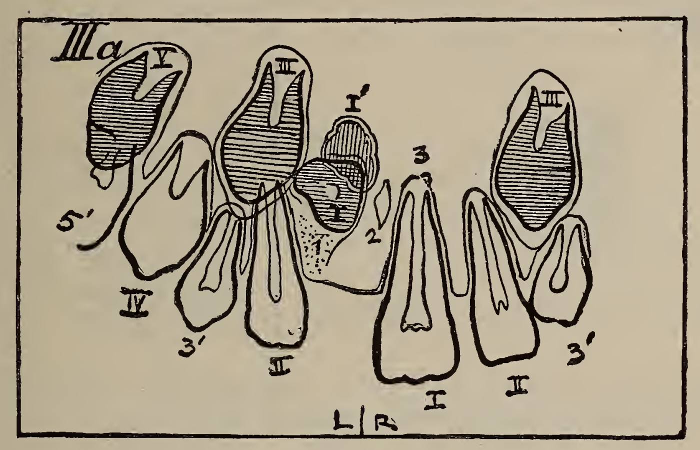


Fig. 231.

Das Empyem kann demnach seinen Ausgang genommen haben von einem apikalen Abszeß, beziehungsweise einem Granulom über den Wurzelspitzen des /5 oder /7.

Durchleuchtung und postero-anteriore Aufnahme im Stehen und im Liegen ergeben keinen wesentlichen Unterschied in der Durchlässigkeit beider Kieferhälften. Die linke Kieferhöhle ist daher gegenwärtig frei von einem nennenswerten Erguß.

Diagnostogramm III*a* (Fig. 231) und Rekonstruktion III*b* (Fig. 232) zu Bild III *a* und *b* (intraorale Detailaufnahmen) auf Tafel XI und Bild III*c* und *d* (extraorale antero-posteriore und rein seitliche Übersichtsaufnahme) auf Tafel XII.

Knabe, $9^3/_4$ Jahre alt. Einziges Kind zahnnormaler Eltern. Der l. mittlere obere Milchschneidezahn soll angeblich kurz nach dem Durchbruch infolge eines Traumas verlorengegangen sein.

Das Gebiet ist im ganzen normal, bis auf den /1, der folgende Verhältnisse zeigt:

a) Deformation und vermehrte Achsenkrümmung;

b) Persistenz der Krone am »provisorischen Orte« mit Bildung einer Vorwölbung am Gaumen und Durchbruch der Spitze an der vorderen Wand des Processus alveolaris, etwa $^3/_4$ *cm* von der Mittellinie nach links, wo sie oberhalb des Fornix zu palpieren ist.

Hinter und über der Krone des halbretinierten /1 liegt ein deutlich abgekapseltes Zahnrudiment /1, welches wohl einem abgesprengten Teile der Keimanlage des /1 seine Entstehung verdankt.

Zur Ergänzung des Diagnostogramms dient der schematische Radialschnitt durch den Processus alveolaris *1)*, durch den harten Gaumen *2)* und die Lippe mitsamt dem Fornix *4)* im Bereiche der retinierten /1 und /1.

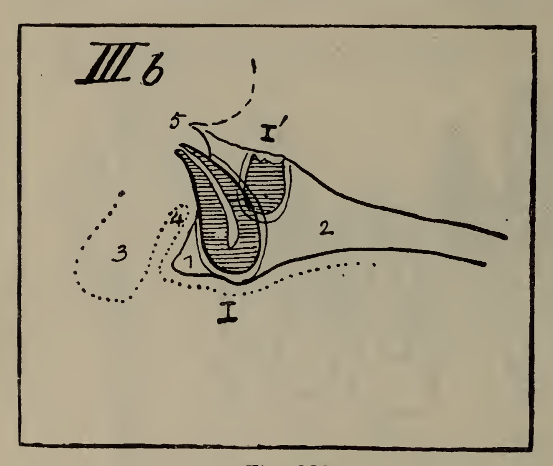


Fig. 232.

Beachtenswert ist die Resorption des Processus alveolaris an der für die normale Alveole vorbestimmten Stelle *1)* distal vom Foramen incisivum *2)*.

Faßt man die pathologischen Verhältnisse des Falles zusammen, so ergeben sich folgende Anomalien:

1. Durchbruch der Wurzel und Retention der Krone eines Zahnes.
2. Verbildung desselben: Kolbenform und Achsenkrümmung.
3. Vorhandensein eines benachbarten rudimentären Zahnteiles.
4. Frustrane Alveolenbildung.

Es findet sich demnach Störung der Keimentwicklung (Keimspaltung) und eine Störung der Korrelation zwischen Zahn- und Kieferwachstum beim Durchbruch.

Ich habe auf dieses Verhalten in mehreren Vorträgen, zum erstenmal auf der Versammlung des Zentralverbandes der österreichischen Stomatologen in Graz am 12. Dezember 1911, aufmerksam gemacht und folgende Thesen aufgestellt:

1. Verspäteter Durchbruch und Retention von Zähnen ist entgegen der bisherigen Annahme selten oder vielleicht nie Ausdruck einer reinen Raumbeengung.

2. Die Zahnretention ist bedingt durch eine Anomalie der Zahnkeimentwicklung und dadurch bedingte Störung in der Korrelation zwischen dem Wachstum des Kiefers und der Zähne.

3. Mit der Zahnretention gleichzusetzen sind andere Anomalien, die auf Entwicklungsstörungen der Zahnanlagen beruhen, wie Keimspaltung, Keimhypoplasie, Keimaplasie, die Heteroplasie und Heterotopie von Zähnen, die Bildung von Follikularzysten und Teratomen usw.

4. Der hauptsächlichste Beweis für die aufgestellte Behauptung liegt darin, daß die Retention eines Zahnes sich auffallend häufig kombiniert mit Bildungs- oder Wachstumsanomalien eines oder mehrerer anderer Zahngebilde, und daß diese Anomalien in einer großen Zahl von Fällen der Heredität unterliegen.

Beim *1/* sei ferner auf ein diagnostisch interessantes anatomisches Detail aufmerksam gemacht: die Spitzenalveole dieses Zahnes *3)* ist unvollständig und unregelmäßig begrenzt. Diese Morphe ist nicht etwa eine Entwicklungserscheinung, sie wird nicht nur über Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum und weitem Foramen apicale beobachtet, wie hier, sondern auch bei Erwachsenen, und zwar fast ausschließlich beim *1/1*.

Auch beim Erwachsenen ist die Spitzenalveole dieser Zähne nicht abgeschlossen, sondern durchbrochen und unregelmäßig geformt. Die Kenntnis dieser Struktur, die ich als physiologische Adelomorphie bezeichnen möchte, ist von praktischer Wichtigkeit, weil durch sie zarte Resorptionsherde vorgetäuscht werden können.

Diagnostogramm IV*a* (Fig. 233) und Skizze IV*b* (Fig. 234) zu Bild IV*a*, *b* und *c* auf Tafel XI und Bild IV*c* und *d* auf Tafel XII.

56jähriger Mann. Vor zwei Monaten akute osteomyelitische Erscheinungen mit mehrfacher Fistelbildung am linken Unterkinn, die noch jetzt bestehen, ebenso wie eine starke Schwellung der Weichteile des Kinnes und teilweise des linken Unterkiefers. Die Erscheinungen sollen angeblich nach Extraktion einer Wurzel entstanden sein.

Tafel XI, Bild IV*a*: Intraorale Aufnahme. Kantenprojektion des Kinnes von unten her auf den in der Bißebene liegenden Film.

Tafel XII, Bild IV*d*: Typische schräge dextro-sinistrale Projektion, die die Unterkieferhälften aufeinander projiziert.

Tafel XII, Bild IV*e*: Extraorale rein seitliche Projektion. Die Unterkieferhälften auseinander projiziert.

Tafel XI, Bild IV *b*: Kantenprojektion des Sequesters in analoger Stellung wie auf Tafel XI, Bild IV *a*.

Tafel XI, Bild IV *c*: Flächenprojektion des Sequesters in analoger Stellung wie auf Tafel XII, Bild IV *d*.



Fig. 233.

Fig. 233: Platydiagramm des Falles: Aufklappung beider Unterkieferhälften und des eingeschlossenen Sequesters in eine Ebene.

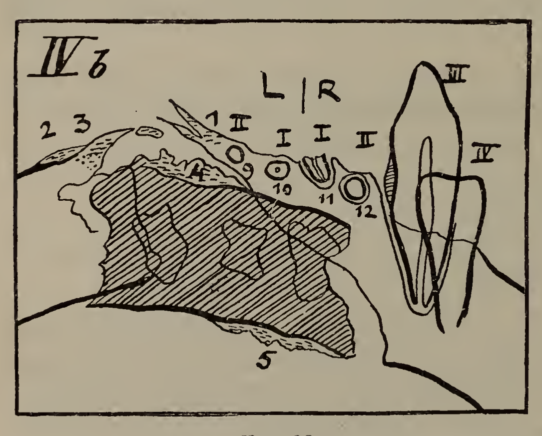


Fig. 234.

Fig. 234: Vereinfachte Konturzeichnung zur Kantenaufnahme Tafel XI, Bild V *a*.

R, L die mutilierten medialen Enden des rechten und linken horizontalen Unterkieferastes.

S Sequester mit mehreren großen Resorptionsherden.

1—3 ein Teil der die Knochenlade bildenden pestalen Auflagerungen.

4—5 periostale Auflagerungen auf den sequestrierten Kinnteil.

6—8 pyorrhoische Destruktion der Alveole des $\overline{3, 4}/$.

9—12 flache Randmulden, in Elimination begriffene Wurzelreste des $\overline{1, 2/1, 2}$ beherbergend.

13 linker Canalis mandibularis, normal.

Es handelt sich demnach um wahrscheinlich odontogene, akute, osteomyelitische Sequestration eines chronisch erkrankten (periostale Auflage-

rung!), sequestrierten Kinnteiles mit Bildung einer neuen diskontinuierlichen Knochenlade.

Die Operation bestätigte die Diagnose und förderte den abgebildeten Sequester zutage, der vollständig gelöst in seiner Lage lag.

Diagnostogramm V (Fig. 235) zu Bild V *a—d* auf Tafel XI.

19jähriges Mädchen. Vor 10—14 Tagen erkrankte Patientin mit Schmerzhaftigkeit ohne Schwellung in der Gegend des 2/. Der Zahn war bei Berührung und Perkussion empfindlich. Trepanation und schmerzlose Extraktion einer nicht mehr intakten Pulpa. Tags darauf Auftreten von ausgedehnter Schwellung und Schmerzhaftigkeit. Ein zweiter Zahnarzt, an den sich die Patientin am dritten Tage wandte, soll den Versuch einer

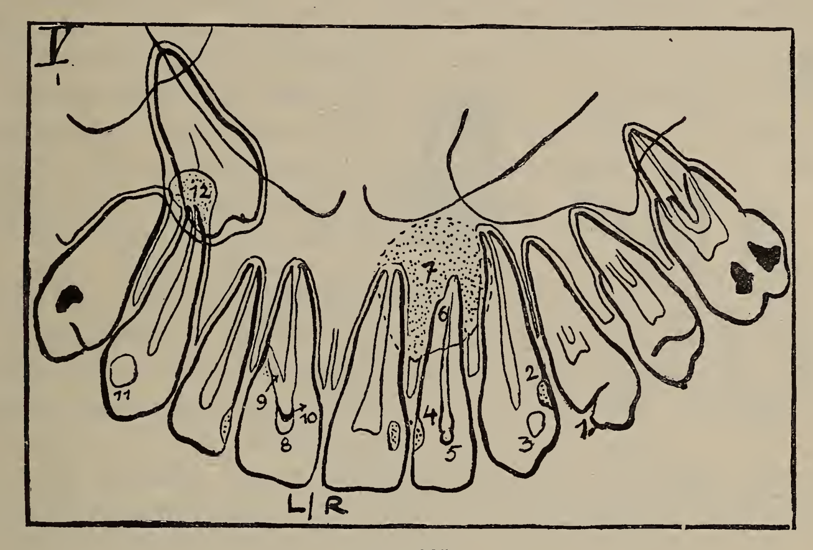


Fig. 235.

Trepanation am /1 gemacht, aber die Kronenhöhle nicht erreicht und einen falschen Weg verursacht haben. Am fünften Tag übernahm der erste Kollege wieder die Behandlung und fand nicht mehr eine zirkumskripte, sondern eine diffuse Schwellung über dem Wurzelgebiet aller vier Inzisiven und bei Druck über dem 1 und 2/ trat seröser Eiter aus.

6, 5, 4/ bis auf Kronenplomben und Kronendefekte *1)* röntgenologisch normal.

3/ mit distaler Karies *2)*, daneben ein flacher Defekt (Facette *3)*. Mesiale Alveole durch den benachbarten Resorptionsherd anscheinend leicht usuriert.

2/ mit mesialer Karies *4)* und Trepanationsöffnung *5)*; der größte Teil der Wurzel deutlich usuriert *6)*, von einem großen kugeligen, unscharf

begrenzten Resorptionsherd *7)* umgeben, der sich teilweise auf das Wurzelgebiet des Nachbarzahnes ausdehnt. Ihre Alveole anscheinend teilweise usuriert.

/1 Trepanation *8)* nicht sicher mit der Kronenhöhle kommunizierend und sich fortsetzend in einem Gang *9)*, der anscheinend an der dorsalen Fläche des Halses blind endet (in der Skizze seitlich gezeichnet); am Boden der Trepanationsöffnung etwas Plombenmaterial *10)*. Die Alveole anscheinend normal.

/2 bis auf mesiale Karies röntgenologisch normal.

/3 mit Bißfacette *11)* an der Krone. Die Wurzel umgeben von einem Hohlraum *12)*, der anscheinend im Kieferknochen und nicht in der Krone des retinierten /4 liegt, da die Aufhellung nicht in allen Projektionsrichtungen an den retinierten Zahn gebunden ist.

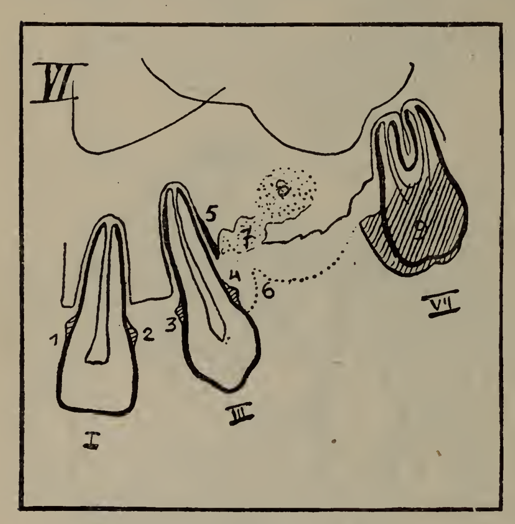


Fig. 236.

Es dürfte sich um eine Zyste handeln, die aus dem Perikoronarraum des retinierten Zahnes hervorgegangen ist und verursacht wurde durch die Reizung, die durch den Kontakt zwischen der Wurzelspitze des normalen und der Krone des retinierten Zahnes hervorgerufen wurde.

Der retinierte Zahn liegt mit seiner Krone im Wurzelbereiche des /3 und 4, die Längsachse parallel zum Nasenhöhlenboden, die Spitze der Kieferhöhle angelagert.

/5 bis auf eine kleine Kronenplombe röntgenologisch normal.

Diagnostogramm VI (Fig. 236) zu Bild VI auf Tafel XI.

50jähriger Mann. Chronische sezernierende Fistel an der Alveolarmündung des fehlenden 4/. Stark vernachlässigter Mund.

1/ röntgenologisch normal bis auf Zahnsteinablagerung am Hals *1)*, *2)*.

2/ fehlt, Alveole normal involviert.

3/ normal, bis auf Zahnsteinablagerung *3)*, *4)* und reaktive Sklerosierung der distalen Alveolarwand *5)*, vom Limbus ausgehend (benachbarter Resorptionsherd!).

4—6/ fehlen. Im Bereiche des fehlenden 4/ ist die Spitzenalveole normal involviert, dagegen ist der Limbus oberhalb der Gingivalfistel *6)*

in einen unregelmäßigen, scharf begrenzten Resorptionsherd *7)* umgewandelt, der anscheinend kommuniziert mit einem kugeligen, allseits geschlossenen Resorptionsherd *8)* im Processus alveolaris des fehlenden *5* und *6*/. In der gleichen Ausdehnung ist auch der Processus alveolaris rauhzackig gerandet, eine Erscheinung, die man häufig an Kieferteilen sieht, die der Sitz chronischer Entzündung sind.

7/ an sich normal, die Krone mit einer Zahnsteinkappe *9)* bedeckt.

Der Fall gehört in ein Kapitel der Zahnpathologie, das ich mit dem Ausdruck inkludierter Wurzelspitzenabszeß überschreiben möchte. Die Genese ist wohl folgende: Wird ein Zahn wegen eines chronischen Abszesses extrahiert, so liegt ein Hohlraum im Knochen vor, der am Fundus mit einer pyogenetischen Membran, an der Mündung mit freigelegtem normalem Periodont ausgekleidet ist. Es ist natürlich, und man muß sich nur wundern, daß es nicht häufiger geschieht, daß der Alveolarkanal vom gesunden Periodont früher mit Granulationen ausgefüllt wird als die Abszeßhöhle, in der die Eiterung bestehen bleibt und sich einen Ausweg nach außen sucht, entweder in loco (palatinal oder bukkal) oder an entfernten Orten, z. B. durch die pathologische Alveole eines Nachbarzahnes. Ein solcher Fall scheint hier vorzuliegen.

Zweck des Verfahrens.

Der Zahnarzt verteidigt jeden Millimeter Boden seines Operationsfeldes, und die Zahnröntgenologie sollte ihm die Beschaffenheit des Terrains mit derselben, auf den Millimeter sich erstreckenden Genauigkeit rekognoszieren. Und da dies möglich ist, ist es auch Pflicht.

Es ist eine Erfahrungstatsache, daß die Herstellung eines Zahnröntgenbildes viel leichter zu erlernen ist, als die Deutung eines solchen. Selbst der noch so Geübte muß sich zur genauen Analyse eines mittelschweren Einzelfalles $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde in das Studium der Bilder versenken. Dabei macht man sich die Verhältnisse am besten klar, wenn man versucht, das Gesehene aufzuzeichnen. Man ist erstaunt, wieviel Details beim Zeichnen zum Vorschein kommen, die bei bloßer Betrachtung des Bildes der Aufmerksamkeit entgehen. Nur auf dem Wege des Zeichnens mit Zuhilfenahme der Lupe ist man imstande, eine erschöpfende Auflösung des Falles zu gewinnen, die Bilder diagnostisch und therapeutisch auszunutzen.

Man kann beim zahnärztlichen Praktiker im allgemeinen nicht immer voraussetzen, daß er die Kenntnisse, die Zeit und die Geduld hat, das Bild in der Weise zu studieren, wie er es für das richtige therapeutische Vorgehen nötig hat, wie es z. B. ein Röntgenologe tut, für den die Herstellung und Deutung der Röntgenbilder Selbstzweck ist. Es ist daher die

Pflicht des letzteren, für den zahnärztlichen Praktiker das Studium der Bilder zu übernehmen und ihm das Resultat in leichtverständlicher Weise zu übermitteln. Es ist der Sache besser gedient, wenn der zahnärztliche Praktiker vom Zahnröntgenologen in zweckdienlicher Weise bevormundet wird, als wenn — wie es so häufig geschieht — das Bild weder vom Hersteller noch vom Verbraucher (Zahnarzt) gründlich analysiert wird. Fertigt sich der Zahnarzt seine Röntgenbilder selbst an, so erwächst ihm natürlich die Pflicht, die Bilder auch zu studieren. Er wird dann auch lernen, zur graphischen Darstellung zu greifen, sofern ihm an einem erschöpfenden Studium des Falles liegt und sofern ihm ein einfaches graphisches Verfahren zur Verfügung steht. Denn es sei nochmals wiederholt, daß selbst dem geübten Betrachter oft wichtige Details im Bilde entgehen, wenn er nicht mit dem Bleistift in der Hand Millimeter für Millimeter des Bildes graphisch wiederzugeben sich bemüht.

Wer keine Möglichkeit, keine Geduld oder Zeit hat, sich dem Studium der so detailreichen Röntgenbilder in erschöpfender Weise zu widmen, kommt leicht zur Meinung, daß die zahnärztliche Röntgenologie eine wenig ausgiebige oder gar eine irreführende Methode ist. Es ist auch Tatsache, daß der Ungeübte und der überstürzt Urteilende aus den Röntgenbildern nur unvollkommene oder irreführende Diagnosen gewinnt.

Die Diagnostographie ist das über der Diagnose wachende Gewissen des Röntgenologen. Nur was man zeichnen kann, sieht man, nur was man sieht, darf man sagen!

Auspizien der Methode.

Die graphische Darstellungsweise zahnröntgenologischer Befunde, die ich 1913 einer breiteren Öffentlichkeit vorlegte, darf für sich den Namen einer bereits erprobten Methode in Anspruch nehmen. Sie ist in der Praxis für die Praxis ausgearbeitet und von Praktikern angenommen worden. Seit meinem ersten Versuch auf diesem Gebiet lagen fünf Jahre zurück, die Zwischenzeit füllte Durchführung und Vervollkommnung an über 1000 Fällen aus. Die Ausarbeitung geschah sozusagen unter den Augen von etwa 100 Kollegen, von denen ich die Fälle zur Untersuchung und Begutachtung zugewiesen bekam. Die größte Mehrzahl dieser Kollegen wird, wie ich weiß, diese Art der Begutachtung nicht mehr entbehren können und wollen. Wiederholt wurde mir von Kollegen geäußert, daß sie nur mit Hilfe der interpretierten graphischen Darstellung imstande sind, die dargestellten Details auf den Originalbildern aufzufinden. Besonders bewährt haben sich die Skizzen als bequeme Vorlage während der Operation. Nicht minder geeignet ist die Methode zum Skizzieren von Befunden in wissenschaftliche Protokolle.

Diagnostographische Schablonen.

Gegen die Verallgemeinbarkeit der Methode spricht dem Scheine nach die Schwierigkeit, daß nicht jedermann genug zeichnerisch geschult ist, um eine so komplizierte Skizze wie ein Diagnostogramm ausführen zu können. Aber aus vielfacher Erfahrung bei meinen Schülern weiß ich, daß es selbst dem schlechtesten Zeichner nach wenigen Übungen gelingt, dieser Schwierigkeit Herr zu werden und eine technisch zureichende Skizze selbst anzufertigen.

Unheilbar Unbegabten, wenn es solche geben sollte, leisten nach Fig. 229 angefertigte Schablonen, die man nach Art von Faulenzern verwendet, gute Dienste. Man überträgt mit Hilfe der unterlegten Schablonen auf ein halbdurchsichtiges Zeichenpapier, wie es die Techniker benutzen, mit Bleistift die allgemeine Form- und Größenverhältnisse des Kiefers und Gebisses und setzt dann aus freier Hand die individuellen Details ein. Auch während des Entwurfes kann man mit Hilfe der Schablone individualisieren: haben z. B. zwei Zähne zueinander eine pathologische Lage, so wird der Faulenzer nach dem Durchzeichnen des einen Zahnes entsprechend gedreht, bis die vorhandene pathologische Lage des Nachbarzahnes herauskommt; soll ein retinierter Eckzahn eingezeichnet werden, so wird zuerst das Übersichtsbild entworfen und darauf der retinierte Zahn in entsprechende Lage zur definitiven Skizze gebracht und eingezeichnet usw.

Das Reinzeichnen, wenn ein solches erforderlich ist, geschieht am besten mit Tusche. Von der Tuschzeichnung auf durchsichtigem Skizzenpapier lassen sich auf Bromsilberpapier Abzüge kopieren.

Sehr gute Dienste leisten auch beim Studium der Röntgenaufnahmen von Zähnen vergrößerte Kopien, wie sie von Dick zuerst angewendet wurden. Ich verwende jetzt (1921) seit mehreren Jahren beide Methoden zum Analysieren der Zahnröntgenaufnahmen nebeneinander: das Studium der vergrößerten Bilder ist die leichtere, die zeichnerische Analyse die ergiebigere Methode. (Vgl. Fig. 237 bis 242.)

Wir haben versucht, im Rahmen einer kurzen Anleitung zur Analyse der Zahnröntgenbilder zugleich eine gedrängte Übersicht der diagnostischen Elementarelemente der Zahnröntgenologie und an praktischen Beispielen die wichtigsten Kapitel der Pathologie der Zähne und Kiefer zu entwerfen.

Eine vollständige Ausführung sämtlicher Kapitel der Zahnpathologie müssen wir uns hier versagen. Nur auf einige wenige unumgänglich zu berücksichtigende Teilgebiete müssen wir im folgenden etwas genauer eingehen.

Charakteristika der Alveolarwand im gesunden und kranken Zustand.

Wenn man ein scharfes, strukturreiches Zahnbild betrachtet, so erscheint die innere Begrenzung der Alveole kompaktähnlich als ein homogener, kontinuierlicher Strich, der sich scharf vom strukturlosen Spalt des Periodonts und vom Maschenwerk der Spongiosa des Processus alveolaris abhebt. Diese Struktur ist der Ausdruck des dichteren Gefüges der abgrenzenden Alveolarlamelle, ähnlich wie auch bei anderen Skeletteilen die Kompakta im Röntgenbilde nur aus dem Grunde homogen erscheint, weil die sie zusammensetzenden Bälkchensysteme in der Projektion aufeinanderfallen.



Fig. 237.

Einer normalen Alveole darf die scharf differenzierbare Begrenzungslamelle in der Regel nicht fehlen. Ausnahmen bilden:

1. Die noch nicht vollständig gebildete Spitzenalveole in Entwicklung begriffener Zähne.

2. Fehlen der Spitzenalveole bei in eine weite Kieferhöhle hineinragenden Molarwurzeln.

3. Aus anatomisch mir bisher unbekannten Gründen die Spitzenalveole der oberen mittleren Schneidezähne (s. o.).



Fig. 238.

Die Dicke der Alveolarkompakta ist entsprechend dem Habitus des Gebisses nicht in allen Fällen absolut gleich, hat aber bei jedem Individuum an den meisten Zähnen ungefähr die gleiche Ausbildung. Ein Vergleich mit den gesunden Zähnen läßt daher ein Urteil über die individuelle Beschaffenheit der Alveole eines krankheitsverdächtigen Zahnes zu.

Eine Abweichung von der Norm kann erfolgen im Sinne der vermehrten oder verminderten Differenzierung.

Die vermehrte Differenzierung kann sein entweder der Ausdruck einer Knochenatrophie des Kieferskeletts (diffuse Entkalkung, Halisterese) oder im Sinne einer Strukturverdichtung (Sklerosierung).

Die Eigenschaft, daß bei einer allgemeinen Atrophie des Kieferskeletts, besonders bei akut entzündlichen Prozessen (z. B. Arsennekrose), die Alveolarkompakta anstatt undeutlicher zu werden besonders scharf hervortritt, teilt die Alveole mit anderen Skeletteilen (»Eierschalenstruktur« der Handwurzelknochen bei akuter Atrophie). Die Ursachen dieser Erscheinungen auseinanderzusetzen würde an dieser Stelle zu weit führen.

Die Tatsache muß jedoch gekannt werden, weil man sonst schwere pathologische Prozesse des Processus alveolaris, die durch Übergreifen einer Weichteilentzündung auf den Knochen und



Fig. 239.

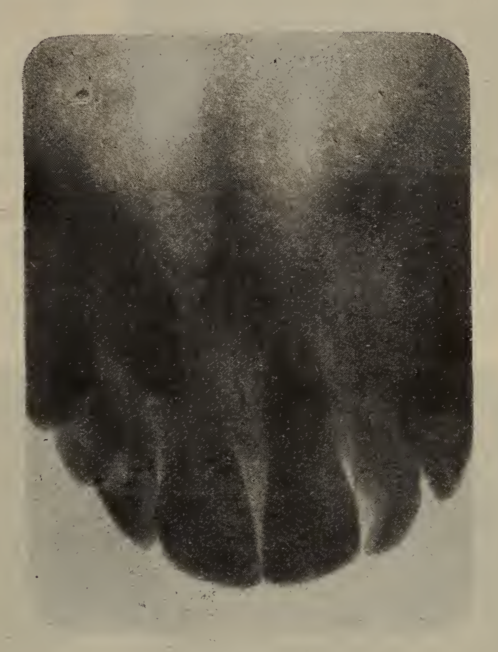


Fig. 240.

Ausbildung einer kollateralen atrophisierenden Entkalkung bestehen, leicht übersieht. Also auffallendes Hervortreten der Alveolarkompakta gegenüber einer abnorm zarten Spongiosa muß die Aufmerksamkeit auf das Bestehen eines akut entzündlichen Prozesses lenken.

Die Sklerosierung wieder ist der Ausdruck einer Verdichtung und Verbreiterung der Alveolarkompakta infolge eines lang dauernden entzündlichen oder traumatischen Reizes (chronische Alveolitis, abnorme statische Belastung bei Brückenpfeilern). Die Sklerosierung beobachtet man am häufigsten bei der sehr chronischen Alveolarpyorrhoe, besonders am Limbus alveolaris. wodurch anscheinend manchmal dem Vordringen des Einschmelzungsprozesses durch Sklerosierung der Umgebung Einhalt getan wird.

Ebenso pflegt die Umgebung an die Alveole anschließender pathologischer Höhlen (chronische Abszesse, langsam wachsende Zysten) von einer deutlichen, häufig auch sklerosierten Kompakta bekleidet zu sein.

Die Destruktionen, die von dem Innern der Alveole ausgehen, äußern sich aber meist im Schwinden der Alveolarkompakta.



Fig. 241.

Da röntgenologisch die Affektionen der Weichteile und daher des so wichtigen Periodonts direkt nicht nachweisbar sind, bedeutet die Usur der Alveolarkompakta den sichtbaren lokalen, indirekten Ausdruck der Erkrankung der Alveole. Die Topik dieser Erkrankung charakterisiert daher auch die Natur und den Ausbreitungsweg des Prozesses.

Die Alveole eines Zahnes kann bekanntlich in der Regel, wenn man von dem wohl seltenen metastatischen Infektionsmodus auf dem Blutwege absieht, nur erkranken durch Eindringen des Entzündungsprozesses vom Limbus oder vom Foramen apicale her (limbogener und apikogener Infektionsmodus).



Fig. 242.

Die limbogene Infektion äußert sich in Einschmelzung des knöchernen Limbus alveolaris: Fehlen der Kompakta an dieser Stelle, Abrücken der Alveole von der Zahnoberfläche sowie Bildung einer trichterförmigen Erweiterung (Tasche in der knöchernen Alveole).

Das Merkmal des Abrückens der knöchernen Alveole von der Zahnoberfläche, also Verbreiterung des Periodontalspaltes beim Eingang in die Alveole, ist charakteristischer als das Fehlen der Kompaktenbegrenzung selbst, da diese, wie erwähnt, bei der chronischen Form der Alveolarerkrankung sich regeneriert, durch Sklerosierung sogar hypertrophiert. Die Ausdehnung der nachweisbaren Verbreiterung des Periodontalspaltes entspricht demnach der der Erkrankung

selbst und erfolgt bei der limbogenen Infektion in der Richtung vom Limbus gegen die Spitze, apikopetal.

Die analogen Veränderungen jedoch in umgekehrter Reihenfolge entwickeln sich bei der apikogenen Infektion. Das erste Symptom ist auch hier die Resorption der Kompaktalamelle der Spitzenalveole, dadurch das Abrücken der zunächst unscharf begrenzten Alveolarwand von der Zahnoberfläche.

So charakterisiert sich der akute Entzündungs- und Einschmelzungsherd über der Wurzelspitze. Mit dem Fortschreiten des Prozesses und der Einschmelzung verbreitert sich der strukturlose Saum oder Herd, der somit der Ausdruck der Topik und der Größe der Erkrankung ist. Solange der Prozeß fortschreitet und dort, wo der Prozeß fortschreitet, muß der Erkrankungsherd eine unscharfe Begrenzung aufweisen.

Kommt es beim Stillstehen des Prozesses zu einer reaktiven Sklerosierung, so bildet sich auch hier eine verdichtete, meist unregelmäßige Wand, die im Röntgenbilde den chronischen Eiterherd vom akuten unterscheiden läßt.

Ist ein Herd auf der einen Seite scharf, auf der anderen Seite unscharf begrenzt, so ist die unscharf begrenzte Seite in der Regel die Region der Ausbreitung der Einschmelzung. Die Kenntnis der Sklerosierung der Wand ist röntgenologisch besonders wichtig zur Unterscheidung aufflackernder chronischer von frischen entzündlichen Herden. Der frische Herd zeigt durchweg unscharfe, strukturarme, der chronisch rezidivierende durchweg oder teilweise sklerosierte Wände.

Heilt ein Entzündungsherd auf natürlichem Weg oder nach operativen Eingriffen aus, so pflegt nach Monaten und Jahren der Hohlraum durch Ausbildung neuen Knochens sich zu füllen. Die Struktur einer solchen konsumiert gewesenen regenerierten Stelle eines Knochens ist aber ebenso wie beim übrigen Skelett nur sehr selten eine absolut normale, namentlich ist die neuentstehende Innenkompakta der Alveole fast nie von der glatten, die Zahnoberfläche parallel begleitenden Beschaffenheit wie bei einer normalen Alveole. Kleine hernienartige Ausbuchtungen und wellige Unregelmäßigkeiten verraten dem geübten Auge den früheren Sitz der Erkrankung oft viele Jahre nach erfolgter Ausheilung (nach Wurzelspitzenbehandlungen, Resektionen usw.).

Auch hier sei darauf aufmerksam gemacht, daß es gefehlt ist, aus dem Verhalten der Struktur auf einer einzigen Aufnahme bindende Schlüsse auf progrediente Destruktion oder regressive Sklerosierung zu ziehen. Erst mehrfache Aufnahmen in verschiedenen Projektionen lassen sich mit Sicherheit zu einem diagnostischen Bilde summieren.

Es ist ungemein wichtig, die Lage des apikalen Konsumptionsherdes zum Foramen apicale zu verfolgen. Entsprechend der Häufigkeit der Aus-

mündung des Foramen apicale an der eigentlichen Spitze der Wurzel entwickelt sich auch der Einschmelzungsherd meist genau über der Wurzelspitze.

Ist die Wurzelspitze seitlich abgebogen, dann hat selbstverständlich der Herd auch die gleiche Seitenlage. Aber auch bei gerader Spitze findet man seitenständige Einschmelzungsherde, wenn das Foramen apicale eine seitlich aberrante Mündung hat, oder wenn, wie nicht selten, obwohl röntgenologisch nicht immer nachweisbar, der Wurzelkanal sich spitzenwärts deltaförmig teilt und mit mehreren Öffnungen ausmündet.

Eine zirkumskripte Destruktion der Mitte der Alveole ohne Ursprung von der Spitze oder dem Limbus wird bei Fausse route beobachtet. Häufig kann man dabei auch den Bohrkanal in der Wurzelsubstanz nachweisen. Ein Herd an der Alveolarwandmitte ohne Zusammenhang mit Spitze oder Basis des Zahnes, muß stets an die Möglichkeit einer Fausse route denken lassen!

Man muß sich diese Verhältnisse im Zusammenhang mit der Forderung klarmachen, nie nach einer einzigen Projektion den Zustand eines Zahnes beurteilen zu wollen.

Sitzt jedoch der Herd nicht konzentrisch an der Spitze, sondern exzentrisch, so wird er am deutlichsten auf exzentrischen Aufnahmen zum Vorschein kommen.

Perikornarraum.

Jeder Zahn, der entwicklungsphysiologisch oder entwicklungspathologisch (in Gang befindlicher, verzögerter oder unterbliebener Durchbruch, Retention) den normalen Rand des Processus alveolaris nicht durchbrochen hat und im Kieferknochen ganz eingeschlossen liegt, zeigt folgende, durch die Entwicklungsgeschichte bedingte röntgenologische Differenzierung.

Der Zahn liegt am provisorischen Ort, der bis zum natürlichen Durchbruch sich fortwährend ändert, und zwar dem Rande des Proc. alveolaris sich immer mehr nähert, in seinen sämtlichen Teilen durch einen Spalt vom Kieferknochen getrennt; die Wurzeln in einer provisorischen Alveole, umgeben vom Periodontalspalt; Hals und Krone in einem Hohlraum, Perikornarraum, der meist um das Mehrfache weiter ist als der Periodontalspalt.

Da entwicklungsgeschichtlich die Krone, und zwar zunächst die Schmelzkuppe, später das in dieser eingeschlossene Dentin sich viel früher entwickelt als die Wurzel, bietet ein nicht durchgebrochener, im Processus alveolaris eingeschlossener Zahnkeim im mittleren Stadium der Entwicklung folgendes Bild:

Das Zahnscherbchen, eingeschlossen vom Perikornarraum, an der Stelle der Wurzel ein unscharf begrenzter Hohlraum, der das Bildungsgewebe

der Wurzeln enthält. Später bildet sich auch die Wurzel aus und erscheint ihrerseits vom Periodontalraum umgeben.

Bei natürlichen Durchbruchsverhältnissen wandert der Zahn marginalwärts, bis die Kuppe des Perikornarraumes die Oberfläche erreicht, der Perikornarraum eröffnet und schließlich durch das Hinausrücken der Krone und des Halses aufgebraucht wird, während die Alveole aus dem provisorischen Ort sukzessive in den bleibenden Ort vorrückt. Beide Höhlen wandern demnach mit dem Zahn; nur ist die Alveole ein persistierender, der Perikornarraum ein dezidualer Hohlraum.

Diese Verhältnisse lassen sich verfolgen sowohl bei der normalen Dentition als bei der pathologischen Retention, in späterem Lebensalter besonders schön an den Weisheitszähnen.

Die Zahnbildungshöhlen persistieren häufig selbst bei vollständiger Aplasie des Zahnes selbst (besonders an den Sapientes).

Manchmal verrät auch ein unmotivierter Hohlraum die Stelle der früheren Alveole eines retiniert gewesenen, spät durchgebrochenen Zahnes wie im folgenden lehrreichen Falle (Fig. 237, 239 und 241, Kopien in natürlicher Größe; Fig. 238, 240 und 242 vergrößert nach Dieck, Prot.-Nr. 753, vom 8. September 1916):

Rechts findet sich über dem Milchkaninus und der Wurzel des 2/ ein in der typischen Lage retinierter 3/, dessen Krone umgeben ist von einem deutlichen Perikornarraum, der allem Anschein nach die Alveole des 2/ eröffnet.

Der /3 ist zwar durchgebrochen, an der Stelle jedoch, wo vor dem verzögert gewesenen Durchbruch die Krone saß, findet sich die noch immer nicht involvierte Höhle und an dieser Stelle fehlt auch die Wand der Alveole des /2.

Ich habe es für wichtig gehalten, auf diesen Umstand aufmerksam zu machen, da sowohl der 2/ als der /2 ziemliche Karies aufweisen, die bis an die Pulpahöhle heranreicht.

Eine Infektion des Pulpakanals würde daher an der Wurzelspitze beiderseits auf einen vorgebildeten Hohlraum stoßen und so zu einer ausgedehnten Abszeßbildung an der Wurzelspitze führen.

Anderseits wäre man in Unkenntnis der geschilderten Verhältnisse geneigt, den Hohlraum zwischen den Wurzelspitzen des /2 und /3 als durch einen entzündlich-konsumptiven Vorgang entstanden zu deuten.

Kieferhöhle.

Die normale Sichtbarkeit der Kieferhöhle beruht röntgenologisch auf ihrem Luftgehalt und der Begrenzungskompakta gegenüber der Spongiosa des Processus alveolaris. Die Kompaktalamelle bewirkt, daß man die Grenzen

der Kieferhöhle häufig, wenn auch nicht immer, im Röntgenbilde differenzieren kann, auch wenn die Kieferhöhle verdichtet, das heißt die Luft durch Weichteilgewebe oder Flüssigkeit (Zysteninhalt, Eiter, Blut) verdrängt ist.

Die Verdichtung der Kieferhöhle durch einen Inhalt von Weichteildichte kann als reelle bezeichnet werden gegenüber der virtuellen, die durch Projektionsverhältnisse bewirkt wird. Die Differentialdiagnose zwischen wirklicher, reeller und, scheinbarer, virtueller Deckung der Kieferhöhle kann fast nur mittels Durchleuchtung oder mittels mehrfacher, verschieden projizierter Aufnahmen gestellt werden. Die normal lufthaltige, projektorisch gedeckte Kieferhöhle hellt sich beim Drehen vor dem Schirme, das heißt beim Durchgehen der deckenden und nicht deckenden Projektionen auf; die luftarme oder luftleere Kieferhöhle bleibt immer gedeckt, am stärksten, wenn Knochenschatten und Weichteilschatten zusammenfallen und sich addieren.

Normalerweise liegt die mesiale Bucht in der Radialebene des 1. oder 2. Prämolars; die laterale Bucht im Bereiche des 2. Molars. Der Boden der Kieferhöhle senkt sich mehr weniger tief in das Wurzelgebiet der Molaren, besonders des 1., hinein, welcher mit seinen Wurzeln die Kieferhöhle zangenförmig zu umfassen pflegt. Nicht selten reichen die Spitzenteile der kieferhöhlennahen Zähne, besonders des 1. Molars, nackt, also ohne Alveolarbekleidung und bloß durch Schleimhaut gedeckt, in die Kieferhöhle hinein. Daher kommt es, daß die so wichtige Frage einer pathologischen Beziehung gerade dieses Zahnes zur Kieferhöhle nicht immer mit Sicherheit beantwortet werden kann. Eine fehlende Alveolarbekleidung an einer der Wurzelspitzen eines Molars im Bereiche der Kieferhöhle ist nicht immer pathologisch zu deuten, wenn nicht ein großer Hof fehlender Spongiosa die pathologische Diagnose unterstützt.

Abnorme Kleinheit der Kieferhöhle kommt relativ seltener vor als abnorme Weite. Die abnorme Kleinheit legt oft eine Strecke von $^1/_2$—1 *cm* spongiöser Substanz zwischen die Spitzenalveole der Prämolaren und Molaren und die Bodenkompakta der Kieferhöhle. Häufiger ist die abnorme Weite der Kieferhöhle. Sie vergesellschaftet sich in der Regel mit einer gleichsinnigen Erweiterung sämtlicher pneumatischer Räume des Schädels. In einem solchen Falle kann man das Hineinreichen der mesialen Bucht selbst bis in den Bereich der Spitzenalveole des mittleren Schneidezahnes beobachten und ebenso ein Hineinsenken der Bodenbucht in die Septa interdentalia der Molaren und Prämolaren.

Bei Zahnverlust findet man häufig den Processus alveolaris bis zur Bodenkompakta der Kieferhöhle geschwunden, so daß letztere bloß von einer atrophischen Schleimhaut bedeckt, fast vollständig frei liegt.

Pathologische Erweiterungen der Kieferhöhle kommen vor bei destruktiven Prozessen meist neoplasmatischer Natur und artifiziell nach Verletzungen und besonders nach operativen Eingriffen. Die Diagnose der pathologischen Erweiterung ist meist außerordentlich schwer zu stellen. Als Anhaltspunkt kann das oben angegebene Merkmal der natürlichen Begrenzung der Kieferhöhle durch die Wandkompakta benutzt werden. Unscharfer Übergang der strukturlosen pathologischen Weichteilmasse des Kieferhöhleninnern in die Spongiosa des Skeletts spricht für pathologische Resorption. Die pathologischen Verdichtungsmassen des Kieferhöhleninnern können die Kieferhöhle total oder partiell erfüllen. Ist die Kieferhöhle total gefüllt, so ist der Verdichtungsschatten derselben meist ein homogener. Bei partieller Füllung gelingt es häufig bei Durchleuchtung im Sitzen oder Stehen den flüssigen oder weichteilfesten Inhalt des Kieferhöhlenbodens von der darüber gelagerten Luftkuppe zu differenzieren. In horizontaler Gesichtslage dagegen gießt sich die Flüssigkeit über die ganze Kieferhöhle aus und verwischt die im Stehen gesehene Luftkuppe, während die feste Weichteilmasse auch in dieser Gesichtslage nur den Boden der Kieferhöhle bedeckt. Daher gelingt manchmal die Differentialdiagnose zwischen einer pathologischen Weichteilmasse, die in den Kieferhöhlenboden hineinragt (meist einer Zyste) und partiellem Flüssigkeitserguß. Die Differentialdiagnose dagegen zwischen einer die Kieferhöhle ausfüllenden Zyste und entzündlicher oder neoplasmatischer Schleimhautschwellung oder einer Wucherung und Flüssigkeitserguß (gleichgültig ob serös, eitrig oder blutig) läßt sich röntgenologisch allein nicht stellen, solange man auf die natürliche Differenzierung angewiesen ist.

Bei künstlicher Differenzierung dagegen, das heißt bei Einführung schattengebender Substanzen in den natürlichen oder pathologischen Hohlraum der Kieferhöhle kann man manchmal diagnostisch weiter gelangen. Wiederholt wurden in die Kieferhöhle hineinragende Zystensäcke durch Jodoformgaze oder Jodoformemulsion dargestellt. Bequemer dürfte Injektion einer 10 %igen Jodkalilösung sein, wie sie gegenwärtig in der urologischen Röntgenologie gebraucht wird.

Wichtige und meist genügende Aufschlüsse erhält man jedoch meistens durch das einfache Mittel der durch einen Wurzelkanal des in Betracht kommenden Zahnes eingeführten Metallsonde, ebenso Metallsondierung der Kieferhöhle durch das natürliche Ostium.

An Fremdkörpern werden in der Kieferhöhle beobachtet: Wurzelreste, seltener ganze Wurzeln oder gar Zähne. Im letzteren Falle sind es aberrante Zahnkeime. Sonst Fremdkörper, besonders Wurzelfüllungen, die durch das offene Foramen apicale bei normaler oder pathologischer Kommunikation in die Kieferhöhle gedrungen sind, oder traumatisch eingedrungene Projektile.

Klinischer Teil.

Die zahnärztliche Röntgenologie ist heute wissenschaftlich und praktisch im wesentlichen ausgebildet und Gemeingut aller Zahnärzte geworden. Wohl jeder Praktiker weiß, daß ihm das Röntgenbild in vielen Fällen ein unschätzbares Hilfsmittel ist. Der erfahrene Kliniker wird in den meisten Fällen ohne Röntgenbefund die richtige Diagnose stellen können, aber den klaren Einblick in den Symptomenkomplex kann ihm nur die Kontrolle durch eine radiologische Untersuchung bringen. In zahlreichen Fällen ist es unmöglich, ohne diese die wahren Ursachen der pathologischen Erscheinungen aufzudecken, und wir laufen Gefahr, die Sicherheit in der Behandlungsführung zu verlieren.

Nichts ist falscher, als von vornherein zwecks Diagnose den Patienten der Röntgenröhre zu überliefern, ohne sich selbst mit den gebräuchlichen Untersuchungsmethoden und auf Grund der Erfahrung an die Diagnosenstellung heranzuwagen. Dies sei besonders den jungen Kollegen ans Herz gelegt und die Forderung daran geknüpft, daß der radiologische Befund nur ein unterstützendes oder kontrollierendes Mittel in der Untersuchungsphase bilden darf.

Der Zahnarzt soll der Radiologie im allgemeinen Verständnis entgegenbringen, um so leichter ein Bild verstehen, deuten und Folgerungen ziehen zu können.

Die richtige Wahl der zur Auflösung eines Falles nötigen Aufnahmen, die genaue und wohlerwogene Lagerung des Objektes, die subtile Erwägung der Einstellung des Films sind Vorbedingungen einer richtigen Diagnose.

Nur eine reiche Erfahrung und große klinische Übung ermöglichen die Bekämpfung der Schwierigkeiten bei der Herstellung eines scharfen und präzisen Bildes und das Erkennen der Fehler und deren Quellen.

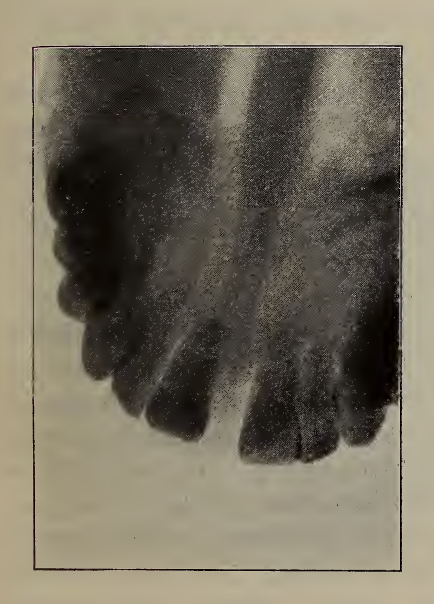
Jeder Zahn hat seine Spezialprojektion, seine eigene Einstellrichtung, und die Unkenntnis der vielen Feinheiten in der Projektionslehre lassen mehr Fehldiagnosen aufkommen, als der Fernstehende annehmen kann. Immer ist es ratsam, sich nicht mit einer Aufnahme zu begnügen, sondern wenigstens zwei zu machen, um Vergleichswerte zu erhalten.

Die besten Resultate der zahnärztlichen Röntgenologie werden von jenen Kollegen erzielt, die beide Disziplinen studiert und klinisch gepflegt haben. Für die Röntgenuntersuchung der Kiefer und Zähne kommt nur die Röntgenphotographie, nicht die Röntgenoskopie in Frage, da man bei der Durchleuchtung des Gesichtsschädels die feinen Details und Strukturverhältnisse, um die es sich doch immer handelt, auf dem Leuchtschirm nicht erkennen kann.



Fig. 243.

Oberkiefer. M. K., 22jährig. An dem kleinen rechten Schneidezahn wurde auswärts wegen chronischer Fistel die Wurzelspitzenresektion vorgenommen. Nach zwei Monaten neuerdings Fistelbildung. Die radiologische Untersuchung ergab am Wurzelende im Pulpakanal einen Fremdkörper, der die Fistel unterhält. Entsprechende Therapie hatte Erfolg.



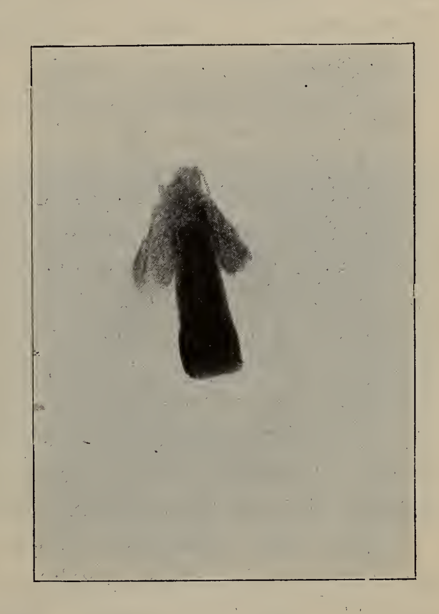


Fig. 244.

Oberkiefer. M. N., 24jährig. Objektiver Befund: Haselnußgroße Epulis, die Vorderwand des linken großen Schneidezahnes bedeckend. Die radiologische Untersuchung ergab, daß auch der große Schneidezahn an seinem Wurzelende verkürzt und rarefiziert erscheint. Dieser Befund wird auch durch die Untersuchung des mit dem Zahn entfernten Knochengewebes bestätigt.

Die Forderung, daß nicht die gelegentliche Aufnahme zur Klärung oder Ergänzung eines klinisch erhobenen Befundes genügt, sondern daß die Begutachtung und der Behandlungsplan eines jeden Patienten nach einer systematischen Röntgenuntersuchung des Ober- und Unterkiefers aufgebaut werden soll, führt heute noch zu weit, es liegt aber in ihr ein tiefer Sinn, und sie ist wert, daß sich die Zahnärzteschaft mit ihr in Zukunft beschäftigt.

Auf keinem Gebiet der Radiographie können so tadellose Resultate erzielt werden wie bei den Zahn- und Kieferuntersuchungen. Mit Hilfe der Radiologie sind wir imstande, vieles zu sehen und in der Entwicklung zu beobachten, was den Forschern der früheren Zeit nur mit großer Mühe und enormem Zeitaufwand möglich wurde. Viele charakteristische und interessante Erscheinungen, die man früher nur zufällig am Kadaver entdeckte, oder die bisher den sonst üblichen Untersuchungsmitteln entgangen sind, werden uns durch die Radiographie leicht vermittelt. Wertvolle pathologische Objekte lassen sich in den meisten Fällen vollständig analysieren.

Die Radiographie unterstützt uns nicht nur in anatomischer Hinsicht, sondern auch in entwicklungsgeschichtlicher Beziehung und bringt unter anderem die einzelnen Etappen in der Entwicklung der Milch- und bleibenden Zähne zur besonderen Anschauung. Selbst zu histologischen Studien wurden Radiogramme von einigen Autoren als Ergänzung mit gutem Erfolg zu Hilfe gezogen.

Durch das Studium einer Serie von Bildern aus den einzelnen Bildungsstufen der Zähne kann das Alter von Skeletteilen leicht bestimmt werden.

In diagnostischer Hinsicht leistet die Radiologie in der Zahnheilkunde Hervorragendes und liefert so klare Resultate, daß wir dieses Hilfsmittel als Beweis der gestellten Diagnose oder als Unterstützung in zweifelhaften Fällen nicht mehr entbehren können.

Die Zeit des Zahnwechsels und die hierbei so häufig zu beobachtenden Störungen machen eine radiologische Untersuchung meist unentbehrlich. Wenn einzelne Zähne nicht zum Durchbruch gekommen sind, oder die Milchzähne trotz fortschreitenden Alters des Individuums persistieren, werden wir vor die Frage gestellt, ob es sich um einen Defekt der Ersatzzähne handelt, ob dieselben retiniert im Kiefer liegen und ein späterer Durchbruch möglich, oder ein artifizielles Hervorholen notwendig erscheint.

Bei diesen alltäglichen Erscheinungen erleichtert die Radiographie ganz besonders die Diagnosestellung. Sie ermöglicht durch genaue Bestimmung der Lage des retinierten Zahnes, seines Verhaltens den Nachbarzähnen gegenüber sichere Maßnahmen einzuschlagen, um bei einer eventuellen Zahnregulierung sowohl die einzelnen Phasen als auch die Allgemeinsituation zu überblicken.

Von Bedeutung ist die Verwendung der Röntgenstrahlen behufs genauer Feststellung von Anomalien im Munde, z. B. bei Zwillingsbildungen, Wurzelkrümmungen, Frakturen und Dislozierung von Zähnen innerhalb der Alveole und bei der Diagnose impaktierter Weisheitszähne.



Fig. 245.
Retention und supranumerärer Zahnkeim.

Bei Kieferbrüchen ist die genaueste Kenntnis der Bruchteile, der Ausdehnung der Defekte und die Lage der Bruchstücke für die vorzuschlagende Therapie wichtig. Zur Unterstützung der klinischen Symptome, die eine genaue Orientierung oftmals mangeln lassen, ist die Röntgenuntersuchung unbedingt nötig.

Verdickungen der Zahnwurzel durch Zementauflagerung oder eventuelle Dentikelbildungen, die oft zu schweren Neuralgien Anlaß geben, können nur durch die Radiographie positiv erkannt werden. Meistens sind die Dentikel aber sehr klein und auf dem Röntgenbild nicht sichtbar.

Außer den unfreiwillig im Wurzelkanal zurückgelassenen oder über das Foramen apicale hinausgeschobenen Fremdkörpern lassen sich die verschiedenen Füllungsmaterialien (Lage und Tiefe) zur Darstellung bringen. Der Nachweis des vollständigen Abschlusses einer Füllung an der approximalen Zahnwand, ihr Verhalten zum Interdentalraum gelingt im Röntgenbilde glänzend.



Fig. 246.
Oberkiefer. K. P., 15jährig. Objektiver Befund.
765 III 2 1 | 1 2 3 4 5 6 7
Der erste Prämolar wurde vor einem Jahr extrahiert. Milcheckzahn erscheint gelockert. Die radiologische Untersuchung zeigt Retention des permanenten Kaninus im Alveolarteile, mit seiner Krone gegen die Wurzel des kleinen Schneidezahnes gerichtet.

In der Aufdeckung von Kariesherden, sei es im vorgeschrittenen oder im Frühstadium, die den üblichen Untersuchungsmethoden entgehen, können das Röntgenbild und ein scharfes Auge ganz Besonderes leisten.



Fig 247.

Oberkiefer. F. F., 33jährig. Beobachtete vor acht Monaten Eiterung aus der Extraktionswunde (Mol. I s. d.) in Verbindung mit einer Eiterung aus der Nase. Die Aspiration aus einer Vorwölbung am Nasenboden ergab Eiter. Probespülung der rechten Kieferhöhle negativ. Oberhalb des Prämol. II s. d. und des Inc. II s. d. eine sezernierende Fistel. Ein Zusammenhang der Naseneiterung mit den Frontzähnen ließ sich objektiv nicht feststellen. Die radiologische Untersuchung zeigt, daß die Wurzeln der vier Frontzähne teilweise abgenagt aussehen und in Konsumtionshöhlen des knöchernen Gaumens ragen.



Fig. 248.

zeigt den Zusammenhang der leeren Alveole mit der Konsumtionshöhle (Sondierung).



Fig. 249.

Unterkiefer. F. R., Schauspieler, 22jährig. Klagt über Sprachstörung, bedingt durch die geringe Höhe der mittleren unteren Schneidezähne. Der objektive Befund ergab, daß die mittleren unteren Schneidezähne Milchzähne sind, die festsitzen. Die radiologische Untersuchung stellte fest, daß hinter den Milchschneidezähnen keine Ersatzkeime nachweisbar sind.



Fig. 250.

Unterkiefer. M. A., 32jährig. Kinnfistel, die bereits ein halbes Jahr ohne Erfolg behandelt wurde. Die radiologische Untersuchung ergab, daß die beiden mittleren Schneidezähne von einer erbsengroßen Konsumtionshöhle umgeben sind. Die entsprechende Therapie führte zu einem günstigen Erfolg.



Fig. 251.

Ober- und Unterkiefer, okzipito-frontale Aufnahme. 19jähriges Mädchen. Seit Jahren rezidivierende Schwellungen in der Fossa canina dextra, seit einigen Wochen rezidiv. Das Röntgenbild ergibt ein Empyem (fehlende Lufthelligkeit) der rechten Kieferhöhle und einen retinierten, an den Boden der Kieferhöhle reichenden Eckzahn.

Zum sicheren Nachweis von Wurzelresten oder Sequestern im Kiefer, der Veränderung im Knochen bei Zysten und Geschwülsten und insbesondere zur Feststellung von Granulomen und Abszeßhöhlen an der Wurzelspitze ist die Radiographie für die Zahnärzte von wesentlicher Bedeutung. Bei Anwesenheit einer Fistel läßt sich die Ursache des pathologischen Prozesses nicht immer mit vollkommener Sicherheit finden. Das Röntgenverfahren gewährt ein genaues Bild zur Orientierung und erleichtert die Indikationsstellung.

Unbedingt indiziert ist die Verwendung der Röntgenstrahlen zwecks Untersuchung der Kieferhöhlen (Lage, Form, Größe und pathologische Zustände), die Radiographie ist berufen, den kausalen Zusammenhang von Zahn und Empyem in jedem Einzelfall zu erbringen.

Die Untersuchung des Unterkiefergelenks kann unter Umständen zum Nachweis einer Luxation oder zur Bestimmung des Verhältnisses einer Immediatprothese zur Gelenkfläche, zur Darstellung chronischer Veränderungen daselbst nötig erscheinen. Was die Palpation und funktionelle Prüfung nicht mit Sicherheit feststellen kann, läßt sich mit den Röntgenstrahlen genau nachweisen, und gerade in letzter Zeit wurde in dieser Hinsicht viel Schönes beschrieben.

Während wir das Periodontium im Röntgenbilde nicht sehen können, gelingt die Darstellung von Veränderungen, die sich daselbst abspielen, tadellos (Veränderungen des Periodontalraumes, Übergreifen des pathologischen Prozesses auf die Wurzeloberfläche und Knochenspongiosa).

Ein wertvolles diagnostisches Mittel ist die Röntgenphotographie in jedem Fall von aszendierender Alveolarresorption. Nur mit ihrer Hilfe sind wir bei Alveolarpyorrhöe imstande, objektiv festzustellen, wieviel noch von der Alveole erhalten ist, und in welchem Zustande sich dieser Alveolarrest befindet. Ist hierdurch die Diagnose gestützt, gibt das Verfahren auch die Möglichkeit, von Zeit zu Zeit den Erfolg oder Mißerfolg einer eventuell eingeschlagenen Therapie zu prüfen.

Ob eine Wurzel oder ein krankhaftes Zahngebilde zur Aufnahme eines Zahnersatzes geeignet ist, läßt sich in zweifelhaften Fällen genau bestimmen.

Die therapeutische Verwendung der erfolgreichen Strahlen bei Alveolarpyorrhöe oder periapikalen Herden hat sich nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen noch nicht bewährt. Die nach dieser Richtung hin gewonnenen Resultate genügen keineswegs, um daraus einen günstigen Schluß zu ziehen, was aber nicht hindern darf, die Versuche mit Strahlen oder statt dieser mit Radium fortzusetzen, durch welche vielleicht, wenn beispielsweise eine andere Verwendungsform Platz greifen würde, mit der Zeit ersprießliche Heileffekte zu erzielen wären.

Viel gefestigter durch die Erfahrung ist der therapeutische Erfolg der Röntgenstrahlen bei der Aktinomykose.

Anomalien der Zähne.

Von

A. Sternfeld, neubearbeitet von P. Adloff.

Einleitung.

Die Anomalien der Zähne waren in diesem Handbuch bisher von dem verstorbenen Zahnarzt Dr. Sternfeld behandelt worden. Es ist gar keine Frage, daß der betreffende Abschnitt eine nach dem damaligen Stand unserer Kenntnisse ausgezeichnete und grundlegende Darstellung dieses wichtigen Gebietes gibt, wenn auch natürlich keine Rede davon sein kann, hier eine eingehende Beschreibung aller vorkommenden Anomalien zu finden. Dieses ist vielmehr die Aufgabe der Handbücher und Atlanten, welche die Pathologie der Zähne behandeln. In dieser Beziehung liegt eine Reihe von Werken vor wie: Wedl-Heider und Wedls Atlas zur Pathologie der Zähne, Salten, Pathologie, Magitot, neuerdings Peckert und andere Werke, welche das Thema aufs eingehendste behandeln.

Sternfeld bemerkt auch bereits, daß es bei dem Charakter dieses Handbuches zweckmäßig erscheint, hier das Wissenschaftliche an die Spitze zu stellen und die Technik, welche bezüglich der Anomalien in Frage kommt, unter- respektive beizuordnen. Dieser Auffassung ist bereits in der letzten Auflage noch weiter gefolgt worden, indem die Therapie der Stellungsanomalien in einem besonderen Kapitel behandelt wird.

Seit jener Zeit hat sich nämlich die zahnärztliche Orthopädie, die die Behandlung dieser Kiefer- und Zahnanomalien zur Aufgabe hat, zu einem immer umfangreicheren und selbständiger werdenden Spezialgebiet unseres Faches entwickelt, und in zahlreichen neuen Forschungen ist Material zusammengetragen, um ihr die festen Grundlagen zu geben, die ihr bisher fehlten und, wie ich gleich hinzufügen will, zum Teil auch heute noch fehlen. Das liegt an der außerordentlichen Kompliziertheit der vorliegenden Probleme, die, nach den verschiedensten Seiten hinübergreifend, eine eindeutige Lösung ungemein erschweren, und es gilt dieses insbesondere von der wichtigen Frage nach der Ätiologie der Stellungsanomalien, die bisher noch nicht einwandfrei klargestellt ist. Auch Sternfeld hat schon diese

Frage, die ja auch für die Therapie von größter, ja ausschlaggebender Bedeutung ist, ausführlich erörtert, und es ist sein größtes und bleibendes Verdienst, dieses voll erkannt und in wissenschaftlichem Sinn behandelt zu haben. So schreibt sich auch seine Stellungnahme zur Extraktionsfrage in der zahnärztlichen Orthopädie, die ich, wie ich an anderen Stellen mehrfach ausgeführt habe, voll und ganz teile und die heute immer mehr an Boden gewinnt, nicht nur aus den Erfahrungen der Praxis her, sondern sie ist wissenschaftlich einwandfrei begründet und besteht auch heute noch zu Recht.

Ich würde es daher für pietätlos halten, wenn der Name des verdienstvollen Autors aus diesem Handbuch ganz verschwinden würde. Ich halte es vielmehr für eine ehrenvolle Pflicht, die Ausführungen nur insoweit zu berichtigen und vervollständigen, als es auf Grund neuer Forschungen notwendig erscheint, im übrigen aber das Original sprechen zu lassen.

Die normale Profilierung des Gesichtsskeletts.

Der größte Teil der Stellungsanomalien des Gebisses beschränkt sich naturgemäß nicht allein auf die Zähne, sondern er wird charakterisiert durch mehr oder weniger starke Unregelmäßigkeiten auch im Bau der Kiefer, ja des gesamten Gesichtsskeletts.

Es ist daher auch notwendig, zunächst den normalen Bau dieser Schädelregion zu betrachten.

Die Profillinie des Gesichtsschädels wird am besten gekennzeichnet durch die Messung verschiedener Winkel in der Mediansagittalebene, und zwar in bezug auf die Ohraugenebene, d. h. eine Ebene, die die tiefsten Punkte der Orbita mit den höchsten Punkten der äußeren Gehöröffnung verbindet.

Je nachdem die Profillinie des Oberkiefers oder eines seiner Abschnitte annähernd senkrecht oder mehr oder weniger schräg zu der gewählten Ebene steht, unterscheidet man Prognathie, Mesognathie und Orthognathie (προγνάθος = mit vorgeschobenem, ορθογνάθος = mit gerade gerichtetem, μεσόγνάθος = mit mäßig geradem Kiefer).

Nun gibt es aber verschiedene Arten der Prognathie. Wenn Ober- und Unterkiefer gleichmäßig schnauzenartig vorgewölbt sind, wie es bei allen Tieren bis zu den Anthropomorphen herauf die Regel ist, dann liegt eine Ganzgesichtsprognathie vor. Beim Menschen aber findet sich gewöhnlich nur eine Obergesichts- oder Oberkieferprognathie, indem der ganze Oberkiefer in der Mediansagittalebene vom Nasion (Nasenwurzel) bis zum Prosthion (der am meisten nach vorn stehende Punkt des Alveolarfortsatzes zwischen den mittleren Schneidezähnen) gleichmäßig vorgeschoben ist. Ihr Grad wird gemessen durch Bestimmung des Winkels, den eine Nasion und Prosthion verbindende Gerade mit der Ohraugenlinie bildet.

Eine Mittelgesichtsprognathie liegt vor, wenn nur der durch den Unterrand der Apertura piriformis begrenzte Abschnitt des Oberkiefers vortritt. Ihre Größe wird bestimmt durch den Mittelgesichtswinkel, d. h. durch denjenigen Winkel, der durch eine Nasion und Nasospinale (tiefster Punkt des Unterrandes der Apertura piriformis) verbindende Gerade mit der Ohraugenlinie gebildet wird.

Einen Zahnprognathismus gibt es natürlich nicht. Der Ausdruck ist, wie Martin sehr richtig bemerkt, schon sprachlich ganz unmöglich, zudem sind schräg nach vorn gerichtete Zähne — das soll damit doch nur ausgedrückt werden — stets mit einer Alveolarprognathie vergesellschaftet. An der Profilbildung nimmt naturgemäß auch der Unterkiefer · teil, und je nachdem die ganze vordere Kinnpartie oder nur der Alveolarfortsatz von vorn oben nach hinten unten schräg geneigt ist, kann man eine totale und eine alveolare Mandibularprognathie unterscheiden.

Für die Beurteilung der verschiedenen Winkel ist nach Martin folgende Einteilung maßgebend:

Ganzprofilwinkel:		Mittelgesichtswinkel:	
hyperprognath . . .	X — 69·9	hyperprognath . . .	X — 69·9
prognath	70·0 — 79·9	prognath	70·0 — 79·9
mesognath	80·0 — 84·9	mesognath	80·0 — 84·9
orthognath	85·0 — 92·9	orthognath	85·0 — 92·9
hyperorthognath . .	93·0 — X	hyperorthognath . .	93·0 — X

Alveolarer Profilwinkel:	
ultraprognath . . .	X — 59·9
hyperprognath . .	60·0 — 69·9
prognath	70·0 — 79·9
mesognath	80·0 — 84·9
orthognath	85·0 — 92·9
hyperorthognath . .	93·0 — X

Über die Beziehung der Schädelbasis zum Gesichtsskelett sind die Ansichten verschieden. Virchow und andere Anthropologen behaupteten, daß eine starke Knickung der Schädelbasis in Verbindung mit relativ kurzem Sieb- und Keilbein den Oberkiefer mechanisch vortreibe und hierdurch mechanisch Prognathie erzeugen müsse; Welcker, Ecker u. a. nehmen dagegen an, daß gerade eine Knickung der Basis Prognathie zur Folge habe. Mit Recht macht aber Martin geltend, daß weniger die Entwicklung des Schädelgrundes als die Entwicklung des Kauapparats hierfür verantwortlich zu machen ist; daß aber anderseits die Ausbildung des Gebisses und damit auch die der Kiefer in bestimmter Beziehung zur Entwicklung der Schädelkapsel steht, dürfte kaum geleugnet werden können.

Welcher Winkel für rassendiagnostische Zwecke am brauchbarsten ist, ist strittig. Martin hält den Ganzprofilwinkel für den wertvollsten. Topinard kam dagegen zu dem Schluß, daß nur der alveolare Prognathismus das gesuchte unterscheidende Merkmal der menschlichen Rassen liefert. Mir scheint die Auffassung von Martin richtiger, wenn man die Profilbildung der verschiedenen Rassen nach den verschiedenen Regionen untersucht. v. Török hat derartige Untersuchungen an 1394 menschlichen Schädeln vorgenommen. Er hat hierbei eine Variationsbreite des Ganzprofilwinkels von 77° bis 101° gefunden. Darnach sind nach der oben gegebenen Einteilung nur die europäische Gruppe und die Guanchen ausgesprochen orthognath, an der Grenze von Orthognathie und Mesognathie stehen die Mongolen Zentralasiens, mesognath sind die vorderindischen und ostasiatischen Typen, Marianen und Ägypter und prognath nur die Negroiden Afrikas, Ozeaniens und die Australier.

Im Mittelgesicht ist die Neigung der Profillinie zur Ohraugenebene allgemein geringer. So gehören hiernach die Mongoloiden und die anderen asiatischen Gruppen in die orthognathe Reihe. Es beweist dieses, daß die Mesognathie des Ganzprofilwinkels nur auf der Prognathie der Alveolarpartie beruht. Die Negroiden sind hiernach mesognath. Am größten ist die Variationsbreite des alveolaren Profilwinkels, sie erstreckt sich im Mittel von 62° bis 86°, individuell von 49° bis 100°. In diesem Sinn sind eigentlich sämtliche menschlichen Rassen mehr oder weniger prognath, ausgesprochene Orthognathie kommt nur als individuelle Bildung vor. Hiernach sind auch die europäischen Typen nur mesognath, alle übrigen, auch die Mongoloiden, sind prognath. Noch ausgesprochener prognath sind die Ägypter, Vorderindier und Ostasiaten, während Australier, Papuas und Neger als hyperprognath bezeichnet werden müssen. Es scheint hieraus doch hervorzugehen, daß nur die Betrachtung des gesamten Profils zu einer einwandfreien Beurteilung führen kann. So resultiert die Prognathie der Negroiden Afrikas aus einer Mesognathie des Mittelgesichts und einer Hyperprognathie des Alveolarteils, während Australier und Papuas den niedrigsten Ganzprofilwinkel besitzen, der aber vor allem durch das am meisten nach vorn gerichtete Mittelgesicht zustande kommt. Im Gegensatz hierzu springt die Alveolarpartie etwas weniger vor als bei Negern. Diese Tatsache läßt richtige Schlüsse in phylogenetischer Hinsicht zu, insofern hierdurch Australier und Papuas als primitivere Rasse bezeichnet werden müssen.

Zur Beurteilung des Ganzgesichts gehört natürlich auch die Profillinie des Unterkiefers, die ja im allgemeinen mit der Alveolarpartie des Oberkiefers übereinstimmt, da ja normalerweise die Zahnreihen aufeinander treffen.

Damit kommen wir zur Besprechung der Bedeutung, die dem Zahnsystem für die Ausbildung des Gesichtsschädels zukommt. Zunächst aber

seien noch einige Bemerkungen vorausgeschickt über die Entwicklung des Kinns, das ein charakteristisches Merkmal des heutigen Menschen, für die Profilbildung von besonderer Bedeutung ist und das auch in phylogenetischer Beziehung eine große Rolle in der Literatur der letzten Jahrzehnte gespielt hat. Ist es doch noch nicht allzulange her, da galt das Kinn als eine dem Menschen allein zukommende spezifische Eigentümlichkeit, die ihn von seinen nächsten Verwandten im Tierreich, den Affen, scharf und deutlich unterschied. Die zahlreichen Funde diluvialer Kiefer (Schipka, La Naulette, Spy, Moustier, Krapina, La Chapelle aux Saints, Heidelberg, Ehringsdorf) haben dann aber gezeigt, daß der Mensch jener



Fig. 252.
Unterkiefer des Homo Heidelbergensis.

Zeiten ein Kinn in weit geringerem Grade oder überhaupt nicht besaß (Fig. 252), so daß also eine allmähliche Entwicklung des heutigen Menschen aus kinnlosen Formen angenommen werden müßte. Damit erhob sich dann die weitere Frage, wodurch die Entstehung des Kinns zustande gekommen war. Die Frage hat eine lebhafte Diskussion ausgelöst, die auch heute noch nicht beendet ist und in deren Mittelpunkt die Arbeiten Walkhoffs stehen. Walkhoff hat das unbestrittene Verdienst, die Beantwortung dieser Frage nicht allein vom morphologischen, sondern auch vom physiologischen, vom funktionellen Standpunkt aus in Angriff genommen zu haben.

Seiner Auffassung nach ist das Kinn entstanden durch eine Reduktion des gesamten Kiefers, vornehmlich in sagittaler Richtung, und durch eine Größenabnahme der Zähne, während der ursprüngliche Kinnteil erhalten

blieb durch die gestaltende Tätigkeit des M. genioglossus im Dienste der Sprache. Während aber Walkhoff in seinen ersten Arbeiten sogar noch eine direkte Vortreibung des Basalteils des Unterkiefers durch Aktivitätshypertrophie infolge des Erwerbs der Sprache annahm, hat er diese Auffassung jetzt wohl endgültig aufgegeben und sieht in dem Kinnteil lediglich wohl eine Erhaltung des ursprünglichen Zustandes dieser Region. Lediglich die Bedeutung der Sprache für die Entstehung des Kinns ist bestritten, und es muß wohl mit Klaatsch zugegeben werden, daß gegen derartige Schlußfolgerungen in funktioneller Hinsicht größte Vorsicht am Platz ist. In seinen Untersuchungen an Australierschädeln hat er gezeigt, daß es für den Genioglossus das Primitivere ist, daß er in einer Grube inseriert. »Die Fossa genioglossi findet sich bei Australiern weit verbreitet, bei einigen in solch reiner Erhaltung, wie es nicht einmal die Fragmente von Krapina zeigen. Krapina H. hat schon Anfänge von Vorragungen zur Anheftung des Genioglossus. Solche kehren auch unter den Variationen der Australier wieder als verschiedene Stufen der Ausbildung der Spinae genioglossi, wie ich es nennen möchte. Schlüsse auf die Sprachfähigkeit oder dergleichen lassen sich aus dieser Verschiedenheit absolut nicht ziehen, sonst käme man vielleicht dazu, auf Grund des Knochenbefundes manchem Australier die Sprache abzuerkennen.«

Diese Auffassung des ausgezeichneten Anthropologen dürfte doch wohl die richtige sein. Die Sprachfunktion wird sich kaum für die Entwicklung des Kinns in Anspruch nehmen lassen. Es ist auch nicht richtig, wenn Walkhoff behauptet, daß kein einziges Tier in jetzigen und früheren Zeiten ein Kinn besessen hat. Der Unterkiefer des Elefanten hat z. B. einen sehr starken Kinnvorsprung, und Aichel führt die Entwicklung desselben auf die außerordentlich starke Verkürzung des Kiefers und der Zahnreihe zurück, indem der Kreuzungspunkt der durch Muskelzug und Kaudruck entstandenen trajektoriellen Bahnen vor der Zahnreihe zu liegen kommt.

Bis in die neueste Zeit hinein ist nun selbst von Anthropologen Prognathie und Schiefzähnigkeit identifiziert worden. Diese Auffassung schreibt sich wohl von der Tatsache her, daß beide Erscheinungen bei tiefstehenden Rassen in der Tat gemeinsam vorkommen, ferner daß auch die Menschenaffen bei starker Prognathie ebenfalls schräg nach vorn stehende Schneidezähne besitzen und man in ihnen das Urbild des Menschen sah, während erstere demselben besonders nahe gerückt erschienen. Schon vor Jahren habe ich, leider ohne großen Erfolg, diese unrichtige Auffassung zu korrigieren versucht, ich habe auch darauf hingewiesen, daß die schräge Stellung der Vorderzähne bei den Anthropomorphen wohl eine sekundäre Erscheinung ist, die sie in Anpassung an ihre Lebensweise — sie zermalmen Früchte, indem sie dieselben mit den unteren Schneidezähnen gegen die

linguale Fläche der oberen Inzisivi zerquetschen — erst sekundär erworben haben, und dasselbe dürfte vielleicht aus ähnlichen Ursachen der Nahrungsweise bei den prognathen und schiefzähnigen Menschenrassen der Fall gewesen sein. Die bisher bekannten diluvialen Menschenrassen sind jedenfalls orthodont gewesen, das heißt sie haben eine senkrechte Stellung der Vorderzähne besessen (Fig. 253), und als charakteristisches Merkmal der primären Menschenschnauze, die nach Klaatsch noch heute unter den Variationen der sehr primitiven Australier nahezu vollständig erhalten ist, führt er auch die Rückwärtskrümmung der Wurzeln der Zähne und das gerade Absteigen



Fig. 253.
Schädel des Homo monsteriensis. Die Zähne stehen senkrecht.

der Kronen an (Fig. 254). Hiernach dürfte kein Zweifel daran sein, daß der senkrechte Biß die ursprüngliche und normale Artikulationsform des menschlichen Gebisses ist. Es ist dieses wohl die Anschauung, die offenbar heute auch unter den Anthropologen die geltende ist. Martin sagt wenigstens in seinem ausgezeichneten »Lehrbuch der Anthropologie« darüber folgendes: »Das Vorstehen der Zähne wird am besten als Prodentie[1] oder Schiefzähnig-

[1] Ich möchte doch empfehlen, die schon von Welcker vorgeschlagene Nomenklatur, die rein dem Griechischen entnommen ist, zu akzeptieren, da auf diese Weise Verbindungen griechischer und lateinischer Stammwörter, wie z. B. orthodent, vermieden werden. Also Orthodontie, orthodont für Gradzähnigkeit, Prodontie, prodont für Schiefzähnigkeit usw.

keit bezeichnet. Sie kann unabhängig im Ober- und Unterkiefer auftreten und ist daher als maxillare und mandibulare zu unterscheiden. Häufig ist sie mit Prognathie verbunden, doch gibt es auch ausgesprochene prognathe Rassen, wie Australier, Papuas und vermutlich auch Homo Neandertalensis, die eher orthodent (gradzähnig) als prodent sind. Auf der anderen Seite findet sich Prodentie auch bei Orthognathen, wie z. B. bei den Weddas. Auch durch künstliche Eingriffe (mittels Finger und Zunge) kann Prodentie



Fig. 254.

Australierschädel. Kollektion Klaatsch K 72. Die Zähne stehen senkrecht.

der oberen Inzisivi hervorgerufen werden (Nordafrika, rechtes Ufer des Senegal), die in extremen Fällen selbst die Richtung der Alveolarpartie modifiziert.«

Meine Auffassung ist übrigens auch durchaus nicht neu. Schon Welcker hat vor vielen Jahren darauf aufmerksam gemacht, daß sowohl bei Tieren als auch beim Menschen die Prognathie der Kiefer durch Orthodontie der Zähne korrigiert werden kann, wenn er auch dieser Tatsache nicht die Bedeutung beigemessen hat, die ihr ohne Zweifel zukommt.

Einen anderen Standpunkt nimmt auch heute noch Walkhoff ein, indem er die schräge Zahnstellung der Anthropomorphen für ein primitives Merkmal erklärt und auch die Schiefzähnigkeit beim Menschen bisher ent-

sprechend beurteilt hat. In einer neuesten Arbeit hat er diese Auffassung allerdings etwas modifiziert, indem er sich die Umformung der menschlichen Kiefer seit der Diluvialzeit folgendermaßen vorstellt:

»Die älteste uns überlieferte Grundform des Unterkiefers hat ganz allmählich eine teilweise Reduktion an Größe in allen ihren Teilen erlitten, und zwar infolge geringer funktioneller Beanspruchung durch den Kauakt, welcher durch die Erfindung besserer Werkzeuge und den Gebrauch des Feuers für die Vorbereitung der festen Nahrungsmittel wesentlich vereinfacht wurde. Vor allem betraf die Reduktion zunächst hauptsächlich die aufsteigenden Äste des Unterkiefers und den Kieferkörper, also Teile, die unter dem unmittelbaren Einfluß der funktionellen Beanspruchung des Kauaktes auf Biegung gestanden und infolgedessen eine solche enorme Massenentwicklung gehabt hatten. Die Reduktion des Kieferkörpers war somit das Primäre in der phylogenetischen Fortentwicklung der menschlichen Kiefer seit der ältesten Diluvialzeit. Sämtliche Zähne und damit auch der Alveolarfortsatz blieben dagegen noch während des ungeheuren Zeitraumes des mittleren Diluviums auf ziemlich gleicher Größe. Die Folge davon war, daß auf dem an Masse sich von nun an ziemlich gleichmäßig reduzierenden Kieferkörper die Vorderzähne zunächst eine Prodentie bekommen, welche die Grundform ursprünglich nicht besaß. (Siehe z. B. den Kiefer von Spy, einige von Krapina, La Naulette.) Die ursprüngliche starke Prognathie des vorderen Kieferkörpers ging immerhin auch im mittleren Diluvium nur um ein Geringes zurück, und es konnte deshalb bei diesen Kiefern wenigstens zu einer sehr geringen Andeutung des Kinns in Form einer sehr flachen, kaum bemerkbaren Kuppenbildung kommen. Die das Gesamtbild allmählich total verändernde Reduktion des Kieferkörpers in dorsaler Richtung schritt in seinem oberen Teil erst im obersten Diluvium bedeutend weiter fort. Gleichzeitig setzte in gleicher Richtung die Aufrichtung der Vorderzähne samt dem Alveolarfortsatz sowie eine bedeutende Reduktion des bukkolingualen Durchmessers der Zähne ein, welche dadurch auch vorher zweckmäßigerweise ihre Wurzelkrümmung verloren. Durch die dauernde Erhaltung eines Teiles des vorderen Unterkiefers über alle Stadien der phylogenetischen Reihe dagegen nach der Basis zu kam es nun zur ausgesprochenen Kinnbildung.

Selbst bei vielen heutigen tiefstehenden Rassen ist die Reduktion der Zähne, und zwar hauptsächlich der Kronen, noch nicht so weit fortgeschritten, um die vollständige Aufrichtung der Zähne samt des Alveolarfortsatzes und damit einen vollständigen korrelativen Ausgleich für die Reduktion des Kieferkörpers zu ermöglichen. Zähne und Alveolarfortsatz dieser Rassen zeigen deshalb gewöhnlich eine ausgesprochene Prodentie. Erst mit möglichst vollendetem Ausgleich konnte die vollständige Auf-

richtung des vorderen Unterkiefers um den dauernden Fixpunkt, der Insertionsstelle des Genioglossus, welche der sonstigen allgemeinen Reduktion energischen Widerstand leistete, erfolgen, und seine Zähne konnten eine gänzlich orthognathe Stellung einnehmen, wie es bei den höchst zivilisierten Rassen die Regel ist.«

Gegen diese Ausführungen lassen sich doch sehr erhebliche Bedenken anführen.

Zunächst könnte man aus den Arbeiten Walkhoffs die Ansicht entnehmen, daß die heutigen Menschenrassen die direkten Nachkommen jener altdiluvialen kinnlosen Formen sind, die in dem Unterkiefer von Heidelberg ihren extremsten Vertreter gefunden haben. Das ist natürlich nicht richtig. Wahrscheinlich sind jene diluvialen Rassen, die man allgemein fälschlich als »Neandertaler« bezeichnet — in Wirklichkeit wird es sich wohl schon damals um verschiedene Rassen, ja sogar vielleicht um verschiedene Arten gehandelt haben —, ausgestorben, während die heutigen Rassen von einer anderen Form, die aber ebenfalls bereits im Diluvium in einer dem rezenten Menschen durchaus gleichenden Gestaltung vorhanden war, abstammen dürften. Immerhin werden wir aber auch für diesen einen kinnlosen Vorfahren annehmen können, und in diesem Sinne bestehen die Erörterungen Walkhoffs natürlich zu Recht. Daß der Unterkiefer aber lediglich infolge geringerer Beanspruchung durch den Kauakt (Erfindung besserer Werkzeuge, Gebrauch des Feuers bei Zubereitung der Speisen) an Größe abgenommen haben soll, erscheint mir ganz unwahrscheinlich. Daß diese Faktoren bereits im Diluvium eine derartige Umformung zustande gebracht haben sollten, ist schon deswegen kaum anzunehmen, weil bis beinahe in die Gegenwart hinein niedere Rassen mit denselben mächtigen Kauwerkzeugen unter denselben Bedingungen lebten wie der Urmensch und sich trotzdem, wie auch Walkhoff zugibt, jene Umgestaltung der Kiefer bereits vollzogen hatte.

Diese Rückbildung, insbesondere die Verkürzung der Kiefer und die Verkürzung der Zahnreihe nach vornhin, ist eben zumeist ein rein stammesgeschichtlicher Vorgang, der mit der durch die Erfindung besserer Werkzeuge und den Gebrauch des Feuers verminderten Kaukraft, die zunächst auch ganz unbeträchtlich gewesen sein wird, sicherlich nichts zu tun hat, der dagegen vielleicht in engster Beziehung stehe zu der mächtigen Entfaltung des Gehirns, die erst eintreten konnte, nachdem infolge Reduktion des Kauapparats der beengende Einfluß der Muskulatur aufhörte. In welchem Grad diese zur Geltung zu kommen vermag, zeigt besonders deutlich der Schädel der Anthropomorphen, dessen Entwicklung und fortwährender Umbau vollständig von der kolossalen Entwicklung des Gebisses und der Kaumuskulatur beherrscht wird. Es erscheint mir durchaus

verfehlt zu sein, diese wichtigen Umgestaltungen, die zur Orthognathie und zur Bildung des Kinns, jenen charakteristischen Merkmalen des edelsten Menschentyps führten, lediglich von diesem beschränkten Standpunkt aus betrachten und deuten zu wollen. Daß sich bei dieser phylogenetischen Umformung auch die Funktion und damit auch die innere Struktur ändern mußte, ist selbstverständlich, nur darf man nicht in den Fehler verfallen, hierdurch die Entstehung des Prozesses erklären zu wollen.

Für verfehlt halte ich ferner auch die neueste Annahme Walkhoffs, wonach die orthodonte Stellung der Zähne bei den altdiluvialen Rassen im mittleren Diluvium zunächst in eine prodonte überging, aus der dann



Fig. 255.
Schädel eines Morawinegers aus Tette. Die Zähne stehen schräg.

schließlich die Geradzähnigkeit der heutigen Menschen hervorging. Für diese Hypothese liegen keinerlei Beweise vor. Es ist auch nicht richtig, daß bei den heutigen tiefstehenden Rassen gewöhnlich eine ausgesprochene Prodontie vorherrscht. Gerade das Gegenteil trifft zu! Die primitivsten Rassen, die sich durch den niedrigsten Ganzprofilwinkel auszeichnen, sind eher orthodont, während bei den ausgesprochen schiefzähnigen Rassen, insbesondere den Negern, die Prognathie, wie schon vorher erwähnt, hauptsächlich auf eine Hyperprognathie des Alveolarfortsatzes beruht, diese starke Vortreibung desselben aber wohl hauptsächlich durch die schräge Zahnstellung bedingt ist. (Fig. 255.) Für diese Prodontie ist aber, ähnlich wie bei den Anthropomorphen, die Annahme einer sekundären Anpassung sehr wahrscheinlich.

Die ursprüngliche Form des menschlichen Kauapparats ist wohl prognath mit nahezu orthodonter Zahnstellung und geringem Überbiß gewesen, und damit kommen wir zu der weiteren Frage nach der Art des Zusammentreffens der beiden Zahnreihen.

Man unterscheidet bekanntlich zwei Hauptarten der Artikulation: den Scherenbiß (Psalidodontie), bei welchem die unteren Schneidezähne mehr oder weniger hinter die oberen treffen und der obere Zahnbogen den unteren im ganzen überragt, und den Zangenbiß, Aufbiß oder Kopfbiß (Labidodontie), bei welchem die Zähne beider Kiefer wie die Branchen einer Zange genau aufeinander treffen. Welcker unterschied noch die Stegodontie, Opisthodontie und Hiatodontie, die aber im normalen Gebiß wohl nur gelegentliche Befunde darstellen.

Virchow rechnete zu den normalen Bißformen auch noch den unten vorstehenden Biß, die Progenie, die er in weiter Verbreitung als ethnologisches Merkmal bei den Friesen glaubte festgestellt zu haben. Ob diese Annahme, die vielfach auch in die zahnärztlichen Lehrbücher übernommen worden ist, in der Tat zu Recht besteht, ist mir nicht bekannt.

Es erhebt sich nun die Frage, ob der Scherenbiß und der Zangenbiß zwei von vornherein scharf getrennte Artikulationsformen darstellen, oder ob die eine aus der anderen oder ob beide vielleicht aus einer dritten Form hervorgegangen sind. Meiner Auffassung nach ist ein geringer Überbiß, wie wir ihn auch bei Tieren sehr verbreitet vorfinden, die ursprüngliche Art des Zusammentreffens gewesen. Von hier aus hat sich einerseits der Scherenbiß, anderseits der Zangenbiß entwickelt. Aus letzterem kann dann sehr leicht eine Progenie hervorgehen. Daß dieselbe aber normalerweise in weiterer Verbreitung vorkommt und rassendiagnostisch von Bedeutung ist, ist kaum zutreffend, anderseits wird es aber auch in vielen Fällen nicht möglich sein, dieselbe als pathologisch zu bezeichnen.

Dagegen sind beide Formen des Zusammenbisses, Scherenbiß und Zangenbiß, auch bis zu einem gewissen Grad rassendiagnostisch verwendbar. Nach Martin ist Psalidodontie am häufigsten bei Deutschen (79·6%), bei Chinesen und Japanern (50·0%), bei Negern (40·6%), seltener bei Malaien (22·2%), Hottentotten (10·6%) und Amerikanern (6·2%). Labidodontie ist die Regel bei Australiern; sie ist häufig bei Amerikanern (93·7—84·6%), Papuas (57·1%), Negern (53·1%), Malaien (52·5%), seltener bei Deutschen (16·7%), Lappländern (13·1%) und Chinesen (11·1%). Ich möchte aber hierzu bemerken, daß es für den zahnärztlich nicht geschulten Untersucher, besonders bei stark abgekauten Zähnen — und um solche handelt es sich in den Sammlungen zum großen Teil —, nicht ganz leicht ist, einen Zangenbiß von einem leichten Überbiß zu unterscheiden, und man wird daher auch den diesbezüglichen Angaben in der odonto-

logischen Literatur nicht ohne weiteres volles Vertrauen entgegenbringen dürfen.

Die Art des Zusammentreffens der beiden Zahnreihen steht auch in enger Beziehung zu der Gesichtsform.

Scherenbiß findet sich vorzugsweise bei Langgesichtern mit hoher, schmaler Nase und langem, schmalem, relativ hohem Gaumen. Gleichzeitig sind große, lange Schneidezähne und Molaren mit hohen Höckern vorhanden.

Zangenbiß kommt vorzugsweise bei Breitgesichtern vor mit niedriger, breiter Nase und kurzem, breitem, relativ niedrigem Gaumen. Die Zähne sind kurz, die Molaren besitzen niedrige Höcker. Diese Beziehungen sind außerordentlich wichtig, weil sie bei der Entstehung der Bißanomalien eine Rolle spielen.

Anomalien der Stellung.

Ihrer Entstehung nach können primäre und sekundäre Stellungsanomalien unterschieden werden. Die primären Anomalien entstehen während der Entwicklung des Gebisses infolge pathologischer Ursachen, die die Kiefer oder die Zahnkeime betreffen. Die sekundären Anomalien entstehen nach Fertigstellung des Gebisses durch mechanische Einwirkung auf dasselbe oder durch Verschiebungen des Zahnbogens infolge des Verlustes einzelner oder mehrerer bleibender Zähne. Port-Euler bemerken hierzu mit Recht, daß die Einteilung keine unbedingt scharfe ist, da bei den primären Anomalien mechanische Einwirkungen hinzutreten und die Anomalien verstärken können.

Die primären Stellungsanomalien können einen oder einzelne Zähne betreffen, oder es kann die ganze Zahnreihe eines oder beider Kiefer fehlerhaft gebildet sein. Dann ist eine normale Artikulation unmöglich, und es handelt sich um eine Bißanomalie. Aber auch diese Einteilung ist nur bedingt zu verstehen, da auch bei Anomalien einzelner Zähne niemals eine vollkommen normale Artikulation vorhanden sein kann. Auch in diesem Falle handelt es sich also in Wirklichkeit stets um eine Bißanomalie.

I. Stellungsanomalien einzelner Zähne.

Wir haben hier vorzugsweise drei Arten der Abweichung vom Normalen zu beobachten:

1. Der als anomal zu bezeichnende Zahn steht in der Zahnreihe, hat sich aber um seine vertikale Achse gedreht (Torsion).

2. Der betreffende Zahn steht außerhalb (i. e. nicht in) der Zahnreihe, jedoch befindet er sich unmittelbar an jener Stelle des Zahnbogens, wo er hingehört.

3. Der betreffende Zahn kommt an einem seiner natürlichen Durchbruchsstelle ganz entlegenen Orte zum Vorschein oder doch zur Ausbildung.

Betrachten wir zuerst die sub 1 angeführte Anomalie, so ist dieselbe besonders häufig bei den beiden mittleren oberen Schneidezähnen zu finden, seltener bei einem unteren mittleren Schneidezahn, mitunter auch bei den oberen seitlichen Inzisiven und den unteren Eckzähnen, und endlich nicht selten bei oberen und unteren Prämolaren. Die Drehung, die Torsion um die vertikale Achse, beträgt meistens nur bis zu 45° bei den mittleren oberen oder einem solchen unteren Schneidezahn, häufig auch 90° und selbst etwas darüber; um 90° gedrehte Prämolaren sind nicht selten zu beobachten. Bei Milchzähnen kommen Torsionen nach Scheff sehr selten vor. Die Ursache dieser Anomalie kann in Platzmangel bestehen, indem die Zähne durch gleichzeitig durchbrechende oder bereits durchgebrochene Nachbarn eine Drehung erfahren. In vielen Fällen jedoch liegt ohne Frage eine primäre Torsion des Keimes vor. Dieses gilt besonders bei einer Drehung von 90° und darüber, die am häufigsten bei oberen und unteren Schneidezähnen beobachtet wird.

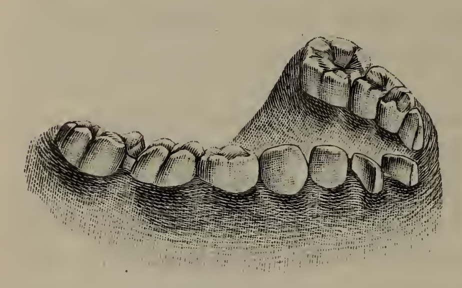


Fig. 256.
Torsion der unteren mittleren Schneidezähne (90°). (Scheff.)

Torsionen von Prämolaren sind wohl meistens Sekundärerscheinungen, welche sich durch bestimmte Bißverhältnisse herausbilden; wenn z. B. ein nach einer Seite freistehender Prämolar beim Zusammenbeißen von seinem Antagonisten nicht in vertikaler Richtung, sondern mehr von vorn oder von rückwärts her und besonders dann, wenn nur ein Höcker getroffen wird, so hat der betreffende Zahn die Neigung, sich um seine vertikale Achse zu drehen, und zwar so lange, bis der einseitige Druck aufgehört hat, was oft dann erst der Fall ist, wenn 90° zurückgelegt sind. Die Drehungen bei Molaren sind bloß bei oberen, und zwar nur bei den zweiten in sehr mäßiger Weise zu beobachten; sie geben dann für die Extraktion ein Hindernis ab, indem sowohl das Ansetzen der Zange als das Luxieren des Zahnes nicht mehr in der regelrechten Weise erfolgen kann.

Nach Scheff sind Torsionen von Mahlzähnen um 90° und darüber nicht bekannt. Dies mag wohl mit der Wurzelzahl zusammenhängen, denn es zeigt sich, daß zumeist nur einwurzelige Zähne einer stärkeren Torsion unterliegen.

Über die Drehung von Prämolaren hat Hesse in Leipzig gelegentlich des X. internationalen medizinischen Kongresses zu Berlin einen Vortrag

gehalten. Hesse ist bei seinen Untersuchungen auch zu dem Schlusse gelangt, daß es sich bei solchen Drehungen zumeist um erworbene Zustände handelt, also um sekundäre Anomalien, und dem scheint auch Dieck, welcher sich ebenfalls eingehender mit dieser Frage befaßt hat, im allgemeinen nicht zu widersprechen. Unzweifelhaft kommen aber auch bei Prämolaren Drehungen vor, die primäre Variationen darstellen. Ich besitze einen Abguß, in welchem beide oberen zweiten Prämolaren anscheinend um 180° gedreht sind. Es erscheint mir jedoch zweifelhaft, ob hier eine echte Drehung vorliegt, oder ob nicht vielmehr die Zähne von vornherein in dieser Stellung zur Ausbildung gelangt sind.

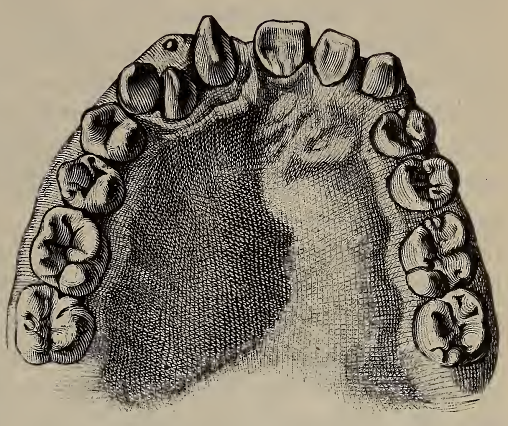


Fig. 257 (Sternfeld).
Torsion des rechten oberen mittleren sowie des seitlichen Schneidezahnes; der erstere ist von links nach rechts um etwa 90°, der letztere von rechts nach links um über 90° gedreht. (Auf derselben Seite steht noch der Milcheckzahn; der bleibende Eckzahn ist im Durchbruch begriffen.)

Es handelt sich also bei dieser ersten Gruppe von Stellungsanomalien vorzugsweise um Drehungen um die vertikale Achse des fraglichen Zahnes. Bei Torsionen der Frontzähne — Zähne mit einfachen Wurzeln — ist das Redressement forcé in vielen Fälle von vollständigem Erfolg, während bei den anderen Zahnsorten ein derartiger therapeutischer Eingriff unzulässig ist, weil damit ein günstiges Resultat selten erzielt werden kann.



Fig. 258 (Nessel).
Torsion des rechten oberen mittleren Schneidezahnes von rechts nach links um etwa 120°.

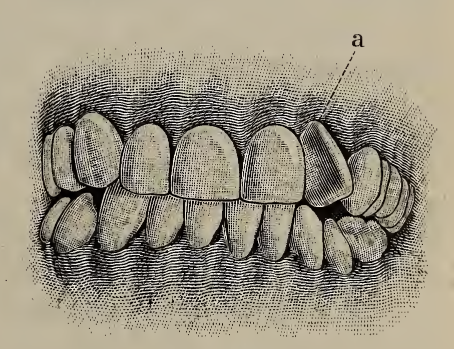


Fig. 259.
Torsion des linken oberen kleinen Schneidezahnes *a* um beiläufig 90°. Von einem Schädel aus dem zahnärztlichen Universitätsinstitut in Wien.

Viel seltener sind horizontale oder doch schiefe Lagerungen, als deren Grund Anomalien in der Entwicklung der primitiven Zahnkeime zu suchen

sind, und inwieweit hier Beeinflussungen von außen stattfinden können (z. B. durch Traumen in frühester Lebensperiode), mag wohl in einzelnen Fällen möglich sein, im großen und ganzen wird uns die Ursache solcher primärer Falschlagerungen dunkel bleiben.

Betrachten wir nun die Verhältnisse bei der zweiten Gruppe. Der anomal stehende Zahn ist außerhalb der Zahnreihe durchgebrochen oder schickt sich zum Durchbruch nach außen an. Im wesentlichen sind es hier zwei Ursachen, aus welchen die Abweichungen resultieren. Erstens ist es absoluter und zweitens relativer Raummangel, der die Abweichungen verursachen kann.

Der absolute Raummangel kann einerseits entweder dadurch bedingt sein, daß die Zähne bei normalen Kieferdimensionen abnorm breit sind, oder auch umgekehrt dadurch, daß die Zähne wohl die normale Größe besitzen, daß aber der Kiefer hinter der Norm zurückgeblieben ist, daß er sich nicht genügend entwickelt hat, um alle Zähne in seinen Zahnbogen aufzunehmen. Der erste Fall spielt eine Rolle bei der Annahme, daß ein Kind wohl die großen Zähne des einen seiner Eltern, dagegen die kleinen Kiefer des anderen geerbt hat, und daß es aus diesem Grunde zu einem Raummangel kommen muß. Ich halte diese Annahme für wenig wahrscheinlich, denn wenn auch wirklich, was zugegeben werden muß, eine derartige Vererbung vorkommen kann, so wird sich doch unter normalen Verhältnissen die Entwicklung der Kiefer ohne Frage der Größe der Zähne anpassen, allerdings mit einer gewissen Einschränkung.

Damit komme ich zu der zweiten Ursache des absoluten Raummangels, einer Größenreduktion der Kiefer, während die Zähne normal sind.

Diese Tatsache steht in engem Zusammenhang mit einer anderen Erscheinung im menschlichen Gebiß, der Reduktion der Zahnzahl. Beide Erscheinungen sollen daher auch an dieser Stelle ausführlicher besprochen werden, wenn auch die Unterzahl der Zähne in einem besonderen Kapitel behandelt werden und ebenfalls die Ätiologie der Stellungsanomalien an anderer Stelle Erwähnung finden wird.

Es ist schon seit langem bekannt, daß sich im Gebisse des Menschen eine Verringerung der Zahnzahl vorbereitet, und zwar scheint zunächst der zweite Schneidezahn und der dritte Molar bestimmt zu sein, aus der Zahnreihe eliminiert zu werden. Wir treffen beide Zähne in allen Graden der Rückbildung an bis zum völligen Schwunde.

Man hat diese Erscheinung früher als Degenerationszeichen aufgefaßt, als Beweis für die fortschreitende Verkümmerung des Menschengeschlechtes oder auch als eine Folge des Mangels an Gebrauch, hervorgerufen durch die weichere Kost der zivilisierten Völker. Diese Annahme ist wohl unzutreffend. Es handelt sich hier wohl mehr um einen stammesgeschichtlichen

Vorgang. Der Mensch teilt dieses Schicksal mit vielen, ja den meisten Säugetieren. Seit dem Eozän sehen wir fast allgemein eine Verminderung der Zahnzahl und hiermit im Zusammenhang eine Verkürzung der Kiefer eintreten, eine Tendenz, die auch heute noch anhält und im Gebisse des Menschen augenblicklich ihren Ausdruck findet, eben in der allmählichen Reduktion der I_2 und M_3. Über die Ursachen dieser auffallenden Erscheinung sind verschiedene Theorien aufgestellt worden, auf die einzugehen hier zu weit führen würde. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich vielleicht lediglich um eine Fortsetzung der Umgestaltung des Kieferapparats handelt, die bei der Umwandlung der wahrscheinlich im Wasser lebenden Ahnen der Säugetiere zu Landtieren erfolgen mußte. Es wäre sehr wohl denkbar, daß nach dem Gesetz der Trägheit, dem biologischen Trägheitsgesetz, wie Ostwald es neuerdings, allerdings in ganz anderem Zusammenhange, genannt hat, die Macht der während unendlicher Zeiträume in dieser Richtung verlaufenen Vererbung den Prozeß noch im Gange hält, auch wenn die ihn einst auslösenden Momente längst nicht mehr tätig sind. Ja vielleicht ist sogar nur aus dem Umstande, daß keine hindernden respektive keine gegenteiligen Einwirkungen im weiteren Verlaufe der Stammesgeschichte sekundär der progressiven Verkürzung der Kiefer in den Weg traten, die überragende Entwicklung des menschlichen Gehirns, die den Menschen ja an die Spitze der gesamten Natur gestellt hat, als Korrelationserscheinung zu erklären. Jedenfalls ist die Umwandlung des menschlichen Zahnsystems auch heute noch im Flusse, eine weitere Verkürzung der Kiefer im Gange.

Diese Verkürzung ist bereits embryonal feststellbar, indem sich die Anlage des zweiten Schneidezahns hinter den Anlagen des ersten Inzisivus und des Eckzahns entwickelt, so daß also eigentlich in diesem frühen Entwicklungsstadium bereits eine Stellungsanomalie vorhanden ist (Fig. 260). Mit anderen Worten:

Die Verschiebung der Anlage von Id_2, ihre Herausdrängung aus der Reihe ist die ontogenetische Manifestation dieses phylogenetischen Vorganges. An dieser Stelle tritt die Verkürzung der Kiefer ein; infolgedessen findet eine Einfaltung respektive ein Zusammenschieben der Zahnleiste statt und die an dieser Stelle befindliche Anlage des kleinen Schneidezahnes wird herausgedrängt.

Erst kürzlich hat auch Preiswerk-Maggi zu zeigen versucht, daß dem Zwischenkiefer die Tendenz innewohne, bei den modernen Rassen der Verkümmerung anheimzufallen, womit selbstverständlich ein Ausfallen zunächst der I_2 verbunden sein müßte. Aber er bildet auch einen Fall ab, in welchem sogar die mittleren Schneidezähne fehlen, in welchem die Rückbildung also den letzten Grad erreicht zu haben scheint. Letzterer Fall scheint mir aber vollständig in das Gebiet der Pathologie hineinzugehören

— diese Möglichkeit nimmt übrigens auch Preiswerk an —, denn für die Annahme, daß auch die ersten Schneidezähne zur Reduktion gelangen, fehlt jeder stichhaltige Grund.

Wenn es sich nun wirklich hier um eine entwicklungsgeschichtlich nachweisbare Verkürzung und um den Beginn der Reduktion des kleinen Schneidezahnes handelt, dann könnte es vielleicht auffallend erscheinen, daß das fertige Milchgebiß nur sehr selten irgendeine Unregelmäßigkeit, insbesondere nichts aufweist, was zu diesem Befunde in Beziehung stehen könnte. Das ist aber nicht weiter wunderbar.



Fig. 260.

Frontalschnitt durch den linken Unterkiefer eines 5 Monate alten menschlichen Embryos. Die Anlagen des Milcheckzahnes und des zweiten Schneidezahnes liegen nebeneinander.

Der jugendliche Kiefer ist in fortschreitender Entwicklung begriffen, und der Ausdehnung des Milchgebisses sind keine Schranken gesetzt. So ist es nur natürlich, daß eine in der Anlage vorhandene Raumbeengung später ausgeglichen wird und nicht in Erscheinung tritt. Anders verhält es sich bei den Ersatzzähnen. Ihnen steht, da der erste bleibende Mahlzahn ja im 6. Lebensjahre durchbricht, von vornherein ein beschränkter Raum zur Verfügung, insbesondere erscheint der Eckzahn oft erst, wenn seine Nachbarn bereits ihre Plätze eingenommen haben. Unter diesen Umständen wird auch jede Verkürzung der Kiefer, die nicht in anderer Weise kompensiert wird, eine unregelmäßige Zahnstellung zur Folge haben müssen.

Es kann nun eingewendet werden, daß trotz dieser entwicklungsgeschichtlich festgestellten Verkürzung der Kieferanlagen im allgemeinen auch das bleibende Gebiß des normalen Menschen keine Anzeichen derselben aufweist. Unregelmäßige Zahnstellungen finden wir hauptsächlich bei den alten Kulturrassen mit ihrer verfeinerten Lebensweise; bei unzivilisierten Völkern und primitiven Rassen, die von ihren Kauwerkzeugen noch den entsprechenden Gebrauch machen, kommen sie nur selten vor.

Hierzu wäre folgendes zu bemerken: Stammesgeschichtliche Entwicklungsvorgänge verlaufen im allgemeinen so langsam, daß sie in der winzigen Zeit eines Menschenlebens gar nicht zur Beobachtung gelangen können, insbesondere wird dieses zutreffen, wenn es sich lediglich um die qualitative Abänderung einer Eigenschaft handelt; anders dagegen bei numerischer Abweichung irgendeines Teiles. Hier wird stets ein Zeitpunkt eintreten müssen, in welchem dieselbe — sei es, daß es sich um eine Verminderung, sei es, daß es sich um eine Vermehrung handelt — manifest wird. Dieser Zeitpunkt ist aber für das Gebiß des Menschen gekommen. Sowohl der I_2 als auch der M_3 sind in einem verhältnismäßig hohen Prozentsatz der Fälle teils rückgebildet, teils fehlen sie vollständig, und zwar auch bei niederen Rassen. Schon seit langer Zeit ist aber behauptet worden, daß die Rückbildung der beiden Zähne bei den höherstehenden europäischen Menschenrassen weiter fortgeschritten ist als bei den tieferstehenden außereuropäischen Rassen, und man führte die Erscheinung auf den Einfluß der die körperliche Beschaffenheit ohne Frage verschlechternden Kultur zurück. Es ist auch in der Tat a priori schwer, einzusehen, warum — wenn es sich bei der Reduktion von I_2 und M_3 wirklich nur um einen stammesgeschichtlichen Vorgang handelt — dann eine derartige Differenz vorhanden ist. Ganz unmöglich ist es nun nicht, daß hier vielleicht Rassenunterschiede vorliegen. Es wäre ja denkbar, daß bei dieser oder jener Rasse die Verkürzung der Kiefer, die hier selbstverständlich ebenfalls im Gange ist, noch nicht so weit fortgeschritten ist. Wir wissen aber auch, daß gerade das Gebiß des Kultureuropäers in auffallendem Grade Anomalien der Zahnstellung aufweist, während solche bei tieferstehenden Rassen zum mindesten sehr selten sind, wenn sie auch nicht ganz fehlen dürften. Es wäre also der Schluß wohl gerechtfertigt, daß die Ursachen, die die größere Häufigkeit von unregelmäßigen Zahnstellungen bei jenen bedingen, auch für die weiter vorgeschrittene Rückbildung der kleinen Schneidezähne und der Weisheitszähne verantwortlich gemacht werden dürfen. Es sind dies diejenigen Faktoren, die auch sonst eben eine Herabsetzung der körperlichen Tüchtigkeit bedingen, also ungeeignete Rassenmischung, Mangel an Gebrauch, Krankheiten usw. Daß hierdurch das Wachstum und die Ausbildung der Kiefer in hohem Grade beeinträchtigt werden können, steht ohne weiteres fest.

Es kommt aber noch ein anderes, sehr wichtiges Moment hinzu, dessen Bedeutung erst neuerdings erkannt worden ist. Es ist das die Tatsache, daß vor allem der Kulturmensch in einem Zustande lebt, der entsprechend der Domestikation der Tiere aufzufassen ist, und daß er daher auch viele Eigenschaften mit jenen gemeinsam aufweist, die als Domestikationsmerkmale zu deuten sind. Von Hilsheimer ist im besondern darauf aufmerksam gemacht worden, daß alle Tiere, soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, in der Domestikation ein schwächeres Gebiß bekommen und »der Gesichtsschädel verkürzt« wird. »Da wird man ja«, wie Eugen Fischer in einer sehr interessanten Abhandlung ausführt, »auf die Abänderung des Neandertalgebisses und Mauer-Kiefers gegen alle Primaten und dann auf die weitere Gebißreduktion beim rezenten Menschen, ja auf deren Verschiedenheit zwischen höchstdomestizierten (Kulturmensch) und weniger stark domestizierten (Australier, Neger usw.) geradezu aufgestoßen!«

Jedenfalls kann das Wachstum und die Ausbildung der Kiefer durch die verschiedenartigsten Faktoren in ungünstigster Weise beeinflußt werden, während die Zähne derartigen schädigenden Einflüssen erheblich größeren Widerstand entgegenzusetzen vermögen. In dieser ungleichmäßigen Empfänglichkeit der Kiefer und Zähne gegenüber äußeren Einflüssen ist aber allein schon ein Faktor gegeben für die Entstehung von Stellungsanomalien, denn es ist klar, daß in einem aus irgendeinem Grunde verkümmerten Kiefer normal entwickelte Zähne schlecht Platz finden werden. Nehmen wir nun noch hinzu, daß die unregelmäßige Stellung außerdem auch noch gewissermaßen entwicklungsgeschichtlich präformiert ist, so werden wir uns nicht wundern können, daß oft schon verhältnismäßig sehr geringe Schädigungen des normalen Kieferwachstums genügen, um eine in der Anlage bereits vorhandene Anomalie manifest zu machen.

Diese Kombination einer normalen stammesgeschichtlichen und einer durch pathologische Ursachen bedingten Verkürzung der Kiefer gibt, wie mir scheint, eine durchaus plausible Erklärung ab für das immer mehr zunehmende Vorkommen von unregelmäßigen Zahnstellungen bei den europäischen Kulturrassen. Wie eine ganz unverhältnismäßig größere Kraft dazu gehört, einen Stein ins Rollen zu bringen, als die Geschwindigkeit eines bereits in Bewegung gesetzten zu vergrößern, so kann auch die stammesgeschichtlich eingeleitete Rückbildung der Kiefer und Zähne unter den besonderen Umständen, unter denen der Kulturmensch lebt, wohl beschleunigt werden, während sie bei niedrigen, unverbrauchten Rassen lediglich ihren normalen, gesetzmäßigen Verlauf nimmt.

Jedenfalls glaube ich es wahrscheinlich gemacht zu haben, daß ein Teil der Anomalien der Zahnstellung in letzter Linie auf entwicklungsgeschichtliche Ursachen zurückgeführt werden muß.

Hierdurch würde auch die Tatsache erklärt werden, daß diese Stellungsanomalien häufiger im Ober- wie im Unterkiefer vorkommen, und ebenso, worauf Zielinsky als rätselhafte Erscheinung besonders aufmerksam gemacht hat, daß die Lückenbildung zwischen den Frontzähnen des Milchgebisses im Unterkiefer in normaler Weise auftreten kann, während sie im Oberkiefer ausbleibt. Es ist nämlich ein beinahe allgemein gültiges Gesetz, daß der Unterkiefer stets der konservativere Teil des Gebisses ist, das heißt daß sich alle regressiven Entwicklungsvorgänge zunächst im Oberkiefer abspielen und in letzter Linie erst den Unterkiefer betreffen.

Es soll hier nur nebenbei bemerkt werden, daß die Erkenntnis dieser Vorgänge von großer Bedeutung ist, indem sie nachweist, daß die Extraktion eine durchaus wissenschaftlich begründete und einwandfreie Therapie der unregelmäßigen Zahnstellung darstellen wird, da unter gewissen Umständen eine Vergrößerung des Zahnbogens durch Dehnung zu einer Störung der Korrelation zwischen Alveolarfortsatz und dem übrigen Gesichtsschädel führen muß.



Fig. 261 (Sternfeld).
Durch temporären Raummangel bedingtes Durchbrechen der beiden unteren seitlichen Schneidezähne nach innen vom Zahnbogen.

Um etwas ganz anderes handelt es sich bei dem relativen Raummangel; ich verstehe darunter jenen abnormen Zustand, bei welchem der für die sämtlichen bleibenden Zähne nötige Raum wohl vorhanden ist, aber von stehengebliebenen Milchzähnen oder auch von überzähligen Zähnen eingenommen wird. Die Ursachen beider Erscheinungen sollen in besonderen Kapiteln erörtert werden.

Gehen wir nun auf die Erscheinung des Schiefstandes selbst näher ein, so können wir diese am häufigsten an den unteren vier Schneidezähnen beobachten und studieren. Hier kann man so recht deutlich sehen, wie die erste Ursache Raummangel ist. Schon die beiden mittleren unteren Schneidezähne finden, wenn sie zu Ende des sechsten Lebensjahres durchbrechen, nicht den nötigen Raum, um sich mit ihrer Breitseite in die Lücke zwischen die Milchzähne zu stellen, sie stehen anfänglich etwas um ihre Längsachse gedreht; noch weniger finden die seitlichen unteren Schneidezähne zur Zeit ihres Durchbruches den für ihre normale Stellung nötigen Raum (s. Fig. 261).

Es würde zu weit führen, auf Einzelheiten des Kieferwachstums näher einzugehen, es soll hier nur noch auf einen Punkt hingewiesen werden.

Da im Gegensatz zu den Prämolaren die Schneidezähne erster Dentition bedeutend kleiner sind als ihre Nachfolger, so muß bis zum Beginn des Zahnwechsels der vordere Teil des Kiefers so weit an Größe zugenommen haben, daß die bleibenden Inzisivi in ihm Platz finden können. Während das Milchgebiß daher zunächst eine dichte, lückenlose Zahnreihe darstellt, manifestiert sich diese Größenzunahme durch das Auftreten von Lücken zwischen den Milchschneidezähnen und den Eckzähnen. Das Erscheinen dieser Lücken zwischen dem vierten und sechsten Lebensjahr deutet darauf hin, daß das Wachstum einen normalen Verlauf nimmt. Bleiben sie aus, so ist mit Sicherheit eine Stellungsanomalie zu erwarten.



Fig. 262 (Sternfeld).
Durchbruch der beiden oberen seitlichen Schneidezähne nach innen vom Zahnbogen (rechts steht zwischen dem bleibenden Eckzahn und dem ersten Bikuspis noch der Milcheckzahn und der erste Milchmolar). (Die Gebilde unmittelbar hinter dem zweiten Bikuspis jeder Seite nicht genau festzustellen; es sind wahrscheinlich Reste des zweiten Milchmolaren.)

Was die oberen Schneidezähne betrifft, so brechen diese sehr oft, sei es nun infolge ihrer ursprünglichen falschen Lagerung, sei es wegen zu langen Verbleibens der Milchzähne, nach innen — palatinal — durch; erreichen sie in dieser falschen Stellung eine Länge, welche ihnen den Kontakt mit den normal stehenden unteren Schneidezähnen gestattet, so werden sie von diesen eingefangen und in ihrer falschen Stellung festgehalten oder sogar noch weiter in diese gedrängt.

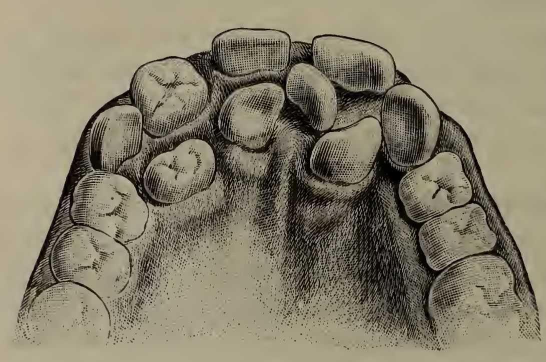


Fig. 263.
Die kleinen Schneidezähne am Gaumen durchgebrochen, zwischen rechtem großen Schneide- und Eckzahn ein einem Molar ähnlicher Zahn (Scheff).

Betrachten wir die zuerst beschriebene anomale Stellung der unteren Schneidezähne als ersten Typus, so charakterisiert sich der zweite Typus durch Stellung eines, einzelner oder sämtlicher oberen Schneidezähne hinter den entsprechenden unteren (bei geschlossenen Zahnreihen).

Ein dritter Typus ist das Durchbrechen eines oder beider oberer Eckzähne vor den Nachbarzähnen (labial). Bei diesem Typus ist die Ätiologie wohl am meisten geklärt; die Reihenfolge, in welcher die Zähne durchbrechen, bringt es mit sich, daß die Mehrzahl derselben den ihnen nötigen Raum okkupieren kann, bevor der Eckzahn einrückt; dieser soll nun an die Stelle seines Vorgängers im Milchgebiß kommen, der in den meisten Fällen bedeutend schmäler ist. Bei normalen Verhältnissen wird das Plus an Raum dadurch gewonnen, daß die Bikuspidaten eine wesentlich geringere Breite einnehmen als ihre Vorgänger, die beiden Milchmolaren.

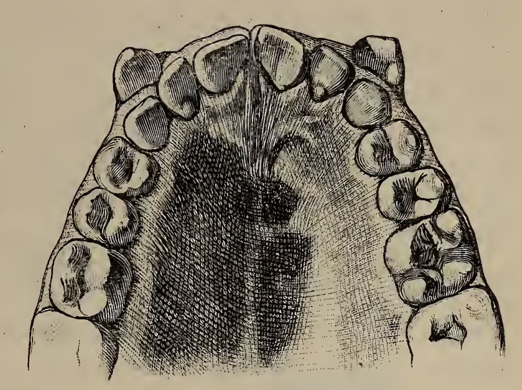


Fig. 264 (Sternfeld).
Durchbruch der beiden oberen bleibenden Eckzähne nach außen, verursacht durch zu langes Stehenbleiben der Milchzähne.

Erfolgt aber der Durchbruch der einzelnen Zahnsorten nicht genau in der angemessenen Zeit, so treten Verschiebungen ein, welche den Aufbrauch des gewonnenen Raumes vor Durchbruch des Eckzahnes herbeiführen; so kann es wohl kommen, daß, wenn der Eckzahn nicht unmittelbar nach den Bikuspidaten durchbricht, der erste Molar nach vorn rückt und den durch Differenz zwischen Milchmolaren und Bikuspidaten frei gewordenen Raum für sich beansprucht, wodurch diese nach vorn verdrängt werden. Häufiger aber entsteht der Raummangel dadurch, daß der Milcheckzahn zu frühzeitig extrahiert wurde und der erste Bikuspis nun bis an den seitlichen Schneidezahn heranrücken konnte. Nicht selten sehen wir auch, daß durch zu langes Stehenbleiben der Milcheckzähne die entsprechenden bleibenden Eckzähne nach außen durchbrechen. Nach Bertens Erklärung ist diese Auffassung allerdings dahin zu korrigieren, daß der falsche Durchbruch der Eckzähne nicht durch den vorgelegten Milchzahn, sondern a priori erfolgt ist und der Milchzahn

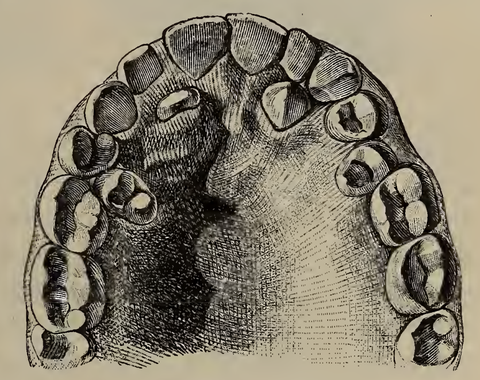


Fig. 265 (Sternfeld).
Durchbruch der beiden oberen bleibenden Eckzähne am harten Gaumen; Milcheckzähne zwar noch vorhanden, aber kaum als Ursache des falschen Durchbruches der permanenten Eckzähne zu betrachten.

wegen mangelhafter Wurzelresorption stehen blieb. Der Durchbruch der bleibenden oberen Eckzähne nach innen vom Zahnbogen ist seltener und dann entweder durch primär falsche Lagerung des Zahnes oder durch zu langes Verbleiben des Milchzahnes bedingt.

Diesen drei Haupttypen reiht sich eine Anzahl von Stellungen außerhalb des Zahnbogens an, welche an sich wohl viel seltener vorkommen, aber doch noch so charakteristisch sind, daß wir für einzelne einen eigenen Typus aufstellen können; der einfacheren Klassifizierung halber wollen wir sie den Haupttypen direkt anschließen und haben somit noch folgende Stellungsanomalien zu erwähnen:

Vierter Typus. Einzelne obere Schneidezähne brechen auf der labialen Fläche des Alveolarfortsatzes durch: seltener ist dies bei den mittleren, häufiger bei den seitlichen Schneidezähnen der Fall; hier muß wohl angenommen werden, daß der betreffende Zahn schon ursprünglich falsch gelagert war, und nicht, daß ein zu langes Stehenbleiben des Milchzahnes den Durchbruch nach außen verursachte, denn normalerweise liegen die Kronen der bleibenden Schneidezähne hinter den Wurzeln der entsprechenden Milchzähne, wie auch aus verschiedenen Abbildungen Zuckerkandls hervorgeht. Fig. 266 zeigt einen vollständig quergelagerten großen rechten oberen Schneidezahn, bei welchem die Ursache der abnormen Lage nicht eruierbar war. Eine besonders starke Abweichung nach vorn und gleichzeitig nach oben sieht man häufig bei den seitlichen Schneidezähnen und wird dieselbe wohl meist durch intensives Aufbeißen des korrespondierenden unteren Schneide- oder auch des Eckzahnes bedingt.

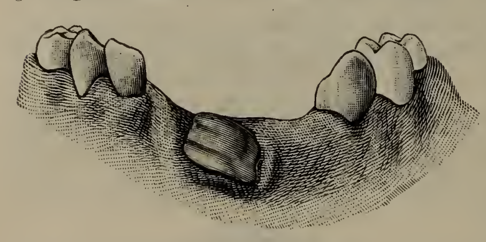


Fig. 266.
Quergelagerter rechter großer Schneidezahn (Scheff).

Fünfter Typus. Die unteren Eckzähne brechen, wenn sie nicht genügend Raum in der Zahnreihe finden, nach außen, d. h. labialwärts durch, namentlich dann, wenn die Unterkieferschenkel mehr parallel verlaufen. Daß diese Anomalie viel seltener vorkommt als das Durchbrechen der oberen Eckzähne nach vorn und außen, ergibt sich aus der schon vorher erwähnten Tatsache, wonach im Unterkiefer allgemein normalere Verhältnisse bestehen als im Oberkiefer.

Sechster Typus. Im Bereiche der Bikuspidaten kommen im großen ganzen Stellungsanomalien seltener vor, und zwar sind hier die Ursachen im folgenden zu suchen: Wird der zweite Milchmolar extrahiert, noch bevor der zweite Bikuspis im Durchbruch begriffen ist, so rückt der erste bleibende Molarzahn dicht an den ersten Bikuspis heran, und wenn der zweite Bikuspis

durchbrechen will, so kann er nicht mehr in den Zahnbogen einrücken, er bricht dann fast immer gaumenwärts durch und erzeugt so das schon beschriebene Bild des kontrahierten Kiefers. Diese Anomalie ist viel häufiger oben als unten anzutreffen. Eine andere Stellungsabweichung der Bikuspidaten erfolgt anderseits durch ein zu langes Stehenbleiben (im Gegensatz zur frühzeitigen Extraktion) der Milchmolaren. Hier ist deutlich zu beobachten, wie der Milchmolar den Bikuspis von seiner Bahn ablenkt, und zwar nach der Richtung, in welcher die Resorption der Milchzahnwurzel weiter vorgeschritten ist; der weniger resorbierte Teil schiebt sich förmlich wie ein Keil zwischen den durchtretenden Bikuspis und die korrespondierenden Zähne des Gegenkiefers (Fig. 267, 268). Für die Annahme, daß hier das



Fig. 267 (Detzner).
Durchbruch des zweiten Bikuspis nach innen vom Zahnbogen.

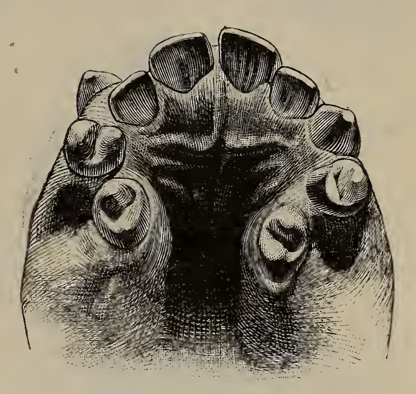


Fig. 268 (Holländer).
Durchbruch des zweiten Bikuspis nach innen vom Zahnbogen, wodurch der Oberkiefer kontrahiert wurde.

Persistieren des Milchzahnes die Stellungsanomalie verursacht hat, spricht auch der schon oben erwähnte Umstand, daß der Bikuspis nach der Extraktion des betreffenden Milchmolaren oder dessen Wurzeln spontan seine normale Stellung einnimmt, vorausgesetzt, daß er daran nicht durch seinen Antagonisten verhindert wird; ist nämlich der Durchbruch des anomal gelagerten Bikuspis so weit gediehen, daß seine Höcker jene der Antagonisten in einer von der Norm abweichenden Weise treffen, so wird er in dieser falschen Stellung dauernd festgehalten (das heißt so lange, bis die Kunsthilfe eingreift).

In einen dieser sechs bisher angeführten Typen läßt sich fast jede Anomalie der zweiten Gruppe einreihen, es ist aber wohl zu beachten, daß mannigfache Kombinationen vorkommen. So kann auf der einen Seite ein Schneidezahn nach innen, auf der anderen ein Eckzahn nach außen stehen o. dgl. Eine Art von Folgeerscheinung ist es, wenn die unteren

mittleren Schneidezähne beim Zusammenbeißen vor die entsprechenden oberen treten; denn hier liegt wohl in den weitaus meisten Fällen der Fehler nicht in den unteren, sondern in den oberen Zähnen, welch letztere eben nach innen, das heißt palatinal durchgebrochen und hinter anstatt vor die unteren getreten sind; dasselbe ist bei dem so häufigen Durchbrechen der seitlichen oberen Schneidezähne nach innen der Fall; das Vorbeißen des entsprechenden unteren Schneidezahnes tritt wohl mehr in die Erscheinung, die Anomalie ist aber am oberen Zahn zu suchen.

Wir kommen nun zur Gruppe 3 der Stellungsanomalien einzelner Zähne, zu jener falschen Lagerung, für welche allein wir Magitots Bezeichnung »Hétérotopie« reserviert wissen möchten.



Fig. 269 (Nessel).
Fall von Transposition (Hétérotopie); rechts an Stelle des Eckzahnes der erste Bikuspis und an Stelle dieses der Eckzahn.

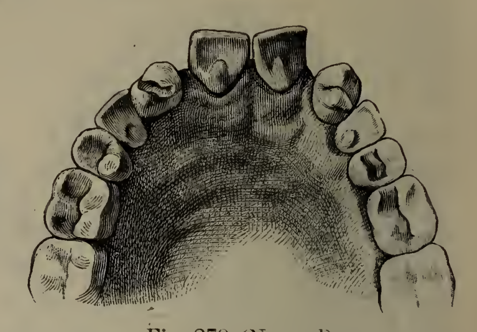


Fig. 270 (Nessel).
Symmetrische Transposition (Hétérotopie) der seitlichen Schneidezähne und ersten Bikuspidaten. Die Eckzähne fehlen hier völlig.

Magitot beschreibt die Stellungsanomalien der Zähne unter dem Titel »Anomalies de siège ou Hétérotopie«, und zwar unterscheidet er drei Fälle von Hétérotopie.

Im ersten Falle haben zwei Zähne unter sich ihren Platz vertauscht — »Transposition simple« —, im zweiten steht ein Zahn außerhalb des Zahnbogens — »Hétérotopie par déplacement hors de l'arcade« —, im dritten hat sich an irgendeiner nicht zu den Kieferregionen gehörigen Körperstelle ein Zahnkeim entwickelt — »Hétérotopie par génèse«.

Was die Fälle von Transposition betrifft, so bin ich völlig damit einverstanden, daß dieselben mit der Bezeichnung Hétérotopie belegt werden, und zwar ist dies die einfachste Form der letzteren. Solche Transpositionen nehmen wir am häufigsten wahr bei oberen ersten Bikuspidaten, Eckzähnen und seitlichen Schneidezähnen. So zeigt z. B. Fig. 269 auf der rechten Seite des Oberkiefers an Stelle des Eckzahnes den ersten Bikuspis und an Stelle dieses den Eckzahn. Bei Fig. 270 und 271 ist die Transposition symmetrisch.

Ob bei der Transposition der späterhin an falscher Stelle erfolgende Durchbruch der betreffenden Zähne in der ersten Anlage begründet ist, oder ob nur das Einschlagen eines falschen Weges beim Durchbruch vorliegt, ist zweifelhaft. Mir scheint das letztere wahrscheinlicher zu sein.

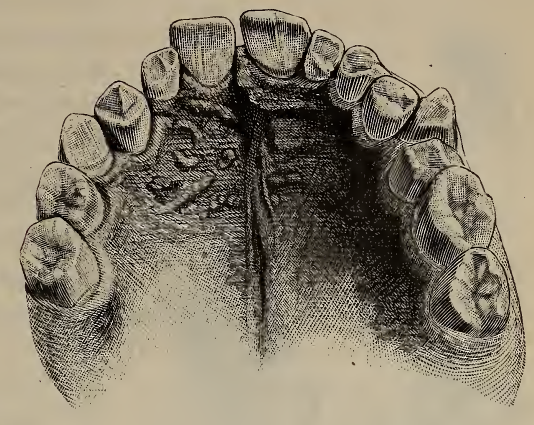


Fig. 271.
Oberkiefer. Symmetrische Transposition der beiden Eckzähne zwischen dem ersten und zweiten Prämolar.

Anders verhält es sich bei der Hétérotopie par déplacement hors de l'arcade Magitots. Solange ein Zahn dicht am Zahnbogen, wenn auch außerhalb desselben, mit seiner ganzen Krone durchbricht, kann es sich höchstens um eine Anomalie de direction Magitots handeln, da in diesen Fällen zumeist ungünstige Größenverhältnisse der Zähne oder Raumverhältnisse der Kiefer dazu führen, daß einzelne Zähne außerhalb des Zahnbogens durchbrechen, während der Zahnkeim ursprünglich wohl meist ganz normal gelagert war.

Im Grunde genommen ist Transposition simple Magitots nur eine Hétérotopie par génèse Magitots; besonders paßt die Bezeichnung allerdings auf jene Fälle, in welchen ein Zahn sich an einer nicht zu den eigentlichen Kieferregionen gehörigen Körperstelle entwickelt. Hierher gehören also zunächst Fälle von Zahnbildung außerhalb der Alveolarfortsätze, wie z. B. am harten Gaumen (Scheff, Lehrbuch, 1884) oder in der Highmorshöhle. Gar nicht selten findet sich ein oberer Eckzahn horizontal im harten Gaumen eingebettet; an der betreffenden Stelle des Gaumens ist der Überzug des letzteren so vorgewölbt, daß sich die Form der Eckzahnkrone annähernd diagnostizieren läßt. Die falsche Lagerung ist die Ursache der in solchen Fällen fast regelmäßigen Retention des betreffenden Zahnes. Nach Verlust der Nachbarzähne bricht

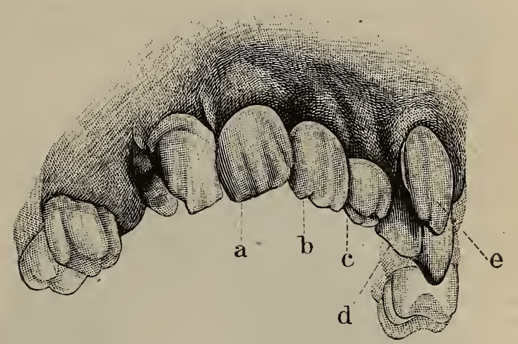


Fig. 272.
Oberkiefer. Zwischen den zentralen Schneidezähnen *a* und *e* der linke kleine Schneidezahn *b* und ein Dütenzahn *c* eingefügt. *d* Supplementärer Schneidezahn am Gaumen hinter dem großen Schneidezahn durchgebrochen.

der verlagerte Eckzahn gewöhnlich mit einem Teil seiner Krone durch. [Einen solchen Fall bildet Baume (l. c.) in Fig. 90 nach Salter ab.] Ein sehr schönes, die Transposition der verschiedenen Zahnsorten wiedergebendes Bild ist in Fig. 272 dargestellt. In derselben erscheinen die zentralen Schneidezähne von ihrer Mittellinie verdrängt, deren Platz durch überzählige eingenommen wird. Daß ein Zahnkeim vollkommen verkehrt gelagert war, so daß die Krone sich dort bildete, wo sich gewöhnlich die Wurzel entwickelt, und umgekehrt die Wurzel an Stelle der Krone, wurde von Salter (l. c.) mehrfach beobachtet und als Inversion bezeichnet. Er beobachtete solche Inversionen sowohl bei mittleren als auch bei seitlichen oberen Schneidezähnen, und zwar erschienen die Kronen derselben in den Nasenlöchern, aus welchen die Zähne extrahiert werden mußten. Nebenstehende Fig. 273 zeigt einen ähnlichen Fall, welcher von Nessel beobachtet wurde, während Fig. 274 von Scheff herrührt. Ferner werden auch Fälle beschrieben, in welchen sich Vorderzähne horizontal von einer Kieferhälfte in die andere hinein entwickelten, so daß beide Kieferhälften durch die anomal liegenden Zähne förmlich wie durch Stifte zusammengehalten werden (Scheff, l. c.). Im Unterkiefer kommt nicht selten Horizontallagerung eines Weisheitszahnes vor; Holländer hat eien Fall beschrieben, in welchem ein unterer Bikuspis im Körper des Unterkiefers horizontal — die Krone etwas nach unten, die Wurzel nach oben gerichtet — eingebettet ist, ebenso Scheff einen Weisheitszahn (siehe Bd. I, Retention der Zähne).



Fig. 273 (Nessel).
Inversion (Salter) eines oberen mittleren Schneidezahnes.

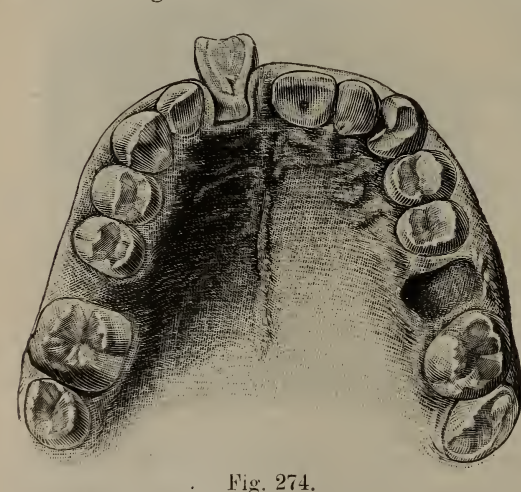


Fig. 274.
Inversion des rechten großen Schneidezahnes.

Das von Sternfeld an dieser Stelle erwähnte Vorkommen von Zähnen in Ovarialzysten gehört wohl nicht hierher, da es sich nicht um versprengte Zähne handelt, sondern um eine besondere Art von Mischgeschwülsten, Teratomen oder Embryonen, die, aus versprengten Urkeimzellen hervorgehend, eine dem Ei ähnliche selbständige, aber rudimentäre Entwicklung nehmen. Immerhin mögen sie an dieser Stelle Erwähnung finden. Diese Tumoren enthalten ihrer Entstehung entsprechend Gewebe aller Art, wie sie später aus den drei Keimblättern hervorgehen: Haare, Drüsen, Muskulatur, Nervengewebe, Knochen, Epithelien und auch Zähne. Es kommen sowohl Milch- als auch bleibende Zähne in normaler Form vor, auch als Zapfenzähne, die aber stets in normaler Weise aus Schmelz, Dentin und Zement aufgebaut sind. In der zahnärztlichen Literatur sind verschiedentlich derartige Zähne beschrieben worden.

Über das Vorkommen von Zähnen in der Nasenhöhle hat Scheff eingehend berichtet, und über das Erscheinen von Zähnen in der Highmorshöhle wurden von Lang im Jahre 1844 sechs solche Fälle beschrieben. Solch seltenere Aberrationen von Zähnen respektive Zahnkeimen finden sich vielfach zerstreut in der Literatur vor.

Es mag nur noch der interessanten Erscheinung erwähnt werden, daß auch bei Tieren solche Verlagerungen von Zähnen nicht allzuselten vorkommen; in der Veterinärkunde werden solche Zähne erratische genannt; so befindet sich in der Sammlung der königlichen Hochschule für Tierheilkunde in München ein erratischer Zahn in der Highmorshöhle eines Ochsenschädels. Ich selbst habe einen allerdings rachitischen Schädel eines Neuweltaffen (Ateles) beschrieben, bei welchem ein Prämolar in die Orbita durchgebrochen war. Wertvolle Angaben über das Vorkommen derartiger Anomalien bei Tieren finden sich namentlich bei Magitot (l. c.) und Bland Sutton.

Wir können das Kapitel der Stellungsanomalien einzelner Zähne nicht schließen, ohne wenigstens in Kürze jene Stellungsveränderungen, jene sekundären Anomalien zu erwähnen, welche wir nach Verlust einzelner Glieder der Zahnreihe beobachten. Schon Hunter war die Tatsache bekannt, daß Molaren, welche ihren Vorderzahn verloren haben, sich nach vorn neigen, nach vorn sich umlegen. Zunächst wird diese Lageveränderung, welche in der normalerweise etwas schrägen Implantation der unteren Backenzähne — um diese letzteren handelt es sich wohl zumeist — genügend begründet ist, eine geringfügige sein. Da jedoch im weiteren der beim Kauakt ausgeübte Druck nicht senkrecht, sondern schräg, und zwar mehr von rückwärts her, auf die Krone einwirkt, wird diese nach vorn nachgeben, d. h. allmählich sich umlegen müssen, und so sehen wir Stellungen entstehen, wie sie in Fig. 275 abgebildet sind. Es ist leichtver-

ständlich, daß, wenn ein Zahn sich umlegt, auch der rückwärtige Nachbar folgen muß, so lange er denselben Druckwirkungen ausgesetzt ist; so hat sich in dem hier abgebildeten Falle der letzte Molar förmlich auf den vorletzten gelegt, nachdem dieser zufolge Verlustes des ersten Molaren die erwähnte Stellung eingenommen hatte. Solche sekundäre Stellungsanomalien kommen übrigens auch im Bereiche der Vorderzähne vor; ich verweise in dieser Beziehung auf meine früheren Mitteilungen (l. c.), möchte jedoch hier noch konstatieren, daß auch Zuckerkandl diesen sekundären Anomalien seine Aufmerksamkeit zugewendet hat. Derselbe (l. c. S. 105) beobachtete einen Schädel, bei welchem die sonst fest eingefügten Schneide-, Eck- und ersten Backenzähne des Unterkiefers insgesamt schräg nach links gerichtet sind, während sich die analogen Zähne des Oberkiefers in normaler Lage befinden. Auf der rechten Seite fehlte im Unterkiefer der zweite Backenzahn, links außer diesem noch der erste Molar. Zuckerkandl gibt nun wohl zu, daß die Zahnlücken prädisponierende Momente für eine Verschiebung sind, glaubt aber, daß in dem vorliegenden Falle Formunterschiede der oberen Teile des Unterkiefergelenkes (links besaß die Gelenkpfanne eine den Verhältnissen angepaßte Tiefe und vor dieser einen gut ausgebildeten Gelenkwall samt Tuberculum articulare, rechts hingegen war die Pfanne auf eine ganz seichte Vertiefung beschränkt, der Gelenkwall und das Tuberkulum fehlten) die Ursache gewesen sind, daß beim Öffnen des Mundes hauptsächlich das linke normale Kiefergelenk in Aktion trat und größere Exkursionen ausführte als das nachbarliche rechte Gelenk, und daß hier auch die erwähnten Zähne bei jedesmaligem Anschluß der Zahnreihen einen Druck von rechts aus erleiden mußten; diesem Drucke nachgebend neigten sie sich dann mit der Zeit auf die linke Seite.

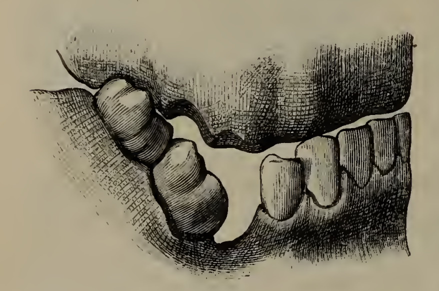


Fig. 275 (Sternfeld).
Sekundäre Stellungsveränderung zweier unterer Molaren; aus dieser Figur ist nur ersichtlich, bis zu welch hohem Grade eine derartige Lageveränderung gedeihen kann.

Der in Fig. 276 abgebildete Fall ist seiner äußeren Erscheinung nach dem soeben beschriebenen Zuckerkandls wohl ganz ähnlich; über die Ätiologie ist jedoch Bestimmtes nicht bekannt, wahrscheinlich ist ausschließlich frühzeitiger Verlust der Backenzähne der rechten Seite die Ursache der sekundären Stellungsanomalie gewesen. Bei dieser Gelegenheit sei auch noch jener eigenartigen Erscheinung Erwähnung getan, die als »Prämolarenwanderung« bekannt ist. Wir finden besonders häufig im Unterkiefer den zweiten, seltener den ersten Prämolaren weit nach hinten gerückt. Über die Ursache dieser auffallenden Verschiebung herrscht noch Unklarheit.

Dieck nimmt an, daß der Anstoß für die Bewegung nicht durch mechanische Druckwirkung seitens der Antagonisten veranlaßt wird, sondern durch infolge der Extraktion des ersten Molaren bedingte Vorgänge im Knochen selbst. Wahrscheinlicher ist eine andere Erklärung. Hiernach ist der Grund der Wanderung ebenfalls die frühzeitige Extraktion des ersten Mahlzahnes. Hierdurch verliert der vielleicht noch im Knochen ruhende Prämolar distal den Widerstand und bricht an der Stelle des ersten Molaren durch. Er kann jetzt in falsche Artikulation gelangen und hierdurch noch weiter nach hinten verlagert werden.

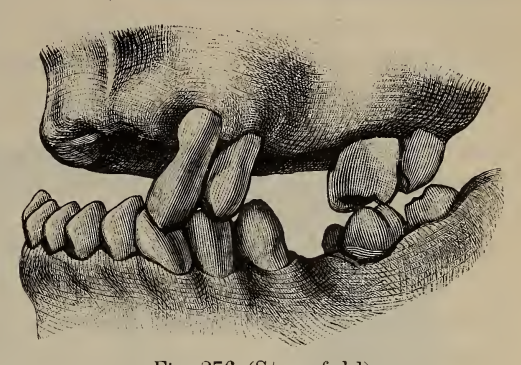


Fig. 276 (Sternfeld).
Sekundäre Stellungsanomalie der unteren Vorderzähne (sämtliche nach rechts geneigt), wahrscheinlich bedingt durch frühzeitigen Verlust der Molaren auf der rechten Seite.

Eine Erscheinung, welche zwar nicht strikt hierher gehört, welche aber doch eine Lageveränderung bedeutet und ebenfalls nur auf mechanische Ursachen zurückzuführen ist, ist das scheinbare Längerwerden solcher Zähne, die ihres oder ihrer Antagonisten verlustig gegangen sind. Die nebenstehende Abbildung Fig. 277 zeigt einen solchen Fall. Schon Aristoteles beobachtete diese Erscheinung, faßte sie aber als wirkliches Wachstum des betreffenden Zahnes auf. Wir wissen zwar seit langem, daß beim Menschen ein derartiges Wachstum bereits ausgebildeter Zähne ausgeschlossen ist, die letzten Ursachen aber, welche die Ausstoßung eines seiner Antagonisten beraubten Zahnes veranlassen, sind uns noch ziemlich dunkel. Nach Loos treten in der Alveolarwand Resorptions- und Appositionsvorgänge auf, die zu einem Umbau des Knochens führen mit dem Resultat, daß am Boden der Alveole ein lockeres Balkensystem entsteht, welches, durch Anlagerung wachsend, den Zahn heraushebt.

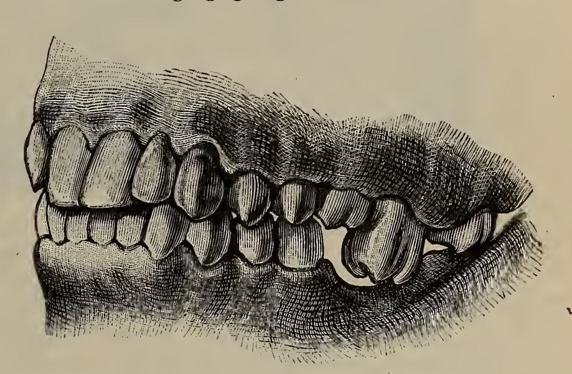


Fig. 277 (Sternfeld).
Heraustreten des linken oberen zweiten Molaren aus seiner Alveole, nachdem die Antagonisten zugrunde gegangen sind.

Eine Erscheinung, welche mit der eben erwähnten sehr viel Ähnlichkeit hat, aber doch davon grundverschieden ist, ist das Längerwerden von

Pferdemolaren, die keine Gegenzähne mehr besitzen: hier liegt tatsächlich ein späteres Wachstum vor, das zwar ganz normal ist, aber deshalb nur in solchen Fällen, wo die Gegenzähne fehlen, zum Ausdruck kommt, weil der freistehende Zahn nicht mehr abgekaut oder abgeschliffen wird (siehe: Senile Atrophie, Bd. II).

II. Bißanomalien.

Schon seit Fauchard und Hunter bis auf den heutigen Tag ist von den verschiedensten Autoren versucht worden, die Unregelmäßigkeiten des Zusammentreffens der beiden Zahnreihen zu klassifizieren und in ein System zu bringen. Es würde zu weit führen, an dieser Stelle auf diese Arbeiten, die doch nur noch historisches Interesse haben, näher einzugehen. Ich verweise auf die Monographie von Sternfeld, in welcher auch die ältere Literatur ausführlich behandelt worden ist. Hier soll nur auf diejenigen Probleme des Gebietes, die auch heute noch im Mittelpunkt des Interesses stehen, kurz hingewiesen werden.

In der letzten Auflage dieses Handbuches hat Sternfeld die Bißanomalien nach folgenden Gesichtspunkten eingeteilt:

Ist die Stellung der oberen Zähne das Ausschlaggebende, so wird dieses durch die Bezeichnung -gnathia angedeutet (Orthognathia), ist es jene der unteren, durch -genia, da ja das Kinn doch immer mit in die Erscheinung tritt; speziell wird aber betont, daß es vorzugsweise die Stellung der sechs Vorderzähne oder nur der vier Schneidezähne ist, welche für die Wahl der Bezeichnung maßgebend sein soll.

Unter Prognathia pathologica versteht Sternfeld jene anomale Stellung der oberen Vorderzähne, welche bedingt ist durch übermäßiges Wachstum des gesamten Oberkiefers oder nur seines intermaxillaren Teiles, durch eine zum Kieferumfang übermäßige Größe der Zähne sowie durch Verkürzung des Querdurchmessers des Gaumens in der Region der Bikuspidaten. Bei dieser Prognathie erreichen die Kaukanten der unteren Zähne bei geschlossener Zahnreihe die oberen Vorderzähne nicht mehr, sie treffen den harten Gaumen oder im günstigsten Falle berühren sie die Hälse der oberen Zähne.

Bei der Progenia pathologica stehen die unteren Vorderzähne bei geschlossener Zahnreihe vor den oberen. Sie berühren die Labialflächen derselben mit ihren Lingualflächen.

Eine Progenie kann aber auch dadurch entstehen, daß der Oberkiefer mangelhaft ausgebildet ist, d. h. daß nicht der Unterkiefer vor-, sondern der Oberkiefer zurücksteht. Solche Fälle werden als Opisthognathia bezeichnet. Umgedreht kann mitunter auch die Prognathie eine scheinbare sein, d. h.

die Oberzähne stehen normal, dagegen weichen die unteren bei geschlossener Zahnreihe weit zurück, sei es durch mangelhafte Ausbildung des Unterkieferbogens oder durch abnorme Kürze seiner Äste; diese Anomalie wird als Opisthogenie gekennzeichnet.

Gegen diese Einteilung hat seinerzeit bereits Islai Stellung genommen, indem er darauf hingewiesen hat, daß die von Sternfeld gewählte Bezeichnung weder anthropologisch noch etymologisch begründet werden könne. Dieser Vorwurf war durchaus berechtigt und trifft auch heute noch zu. Wir haben vorher gesehen, daß unter Prognathie etwas

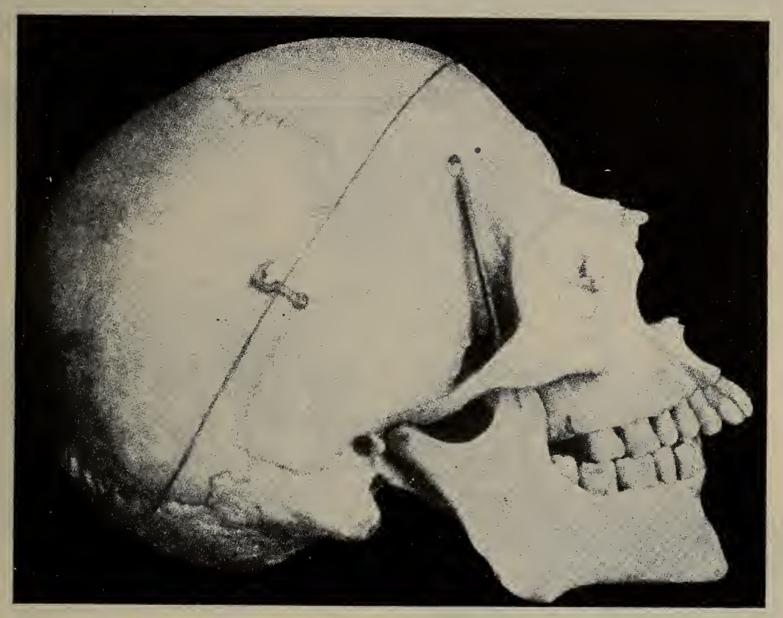


Fig. 278.
Pathologische Prognathie. Der Unterkiefer ist in distaler Richtung verschoben.

ganz anderes, nämlich ein Hervortreten der Kiefer, verstanden wird, während bei der sogenannten pathologischen Prognathie lediglich ein Vorstehen der Schneidezähne, also eine Prodontie, vorliegt. Die Bezeichnung Prognathie für diese Anomalien hat sich aber so eingebürgert, daß sie gewissermaßen eine historische Berechtigung erhalten hat. Im übrigen war die von Islai geschaffene und vorgeschlagene Nomenklatur so kompliziert, daß ihre Einführung ebensowenig geglückt ist.

Islai machte ferner den Einwand, daß der offene Biß sowie der Kreuzbiß sich in das System Sternfelds nicht einreihen lassen, und es ist außerordentlich interessant, daß Sternfeld diesen Einwand zurückweist mit der Begründung, daß es sich hier um eine äußerst seltene Anomalie

handele, von denen er in 20jähriger Praxis unter vielen tausend Gebissen nur zwei respektive drei Fälle gesehen habe. Sollte diese Anomalie heute so sehr viel häufiger geworden sein? Denn ohne Frage wird sie doch heute keineswegs selten angetroffen.

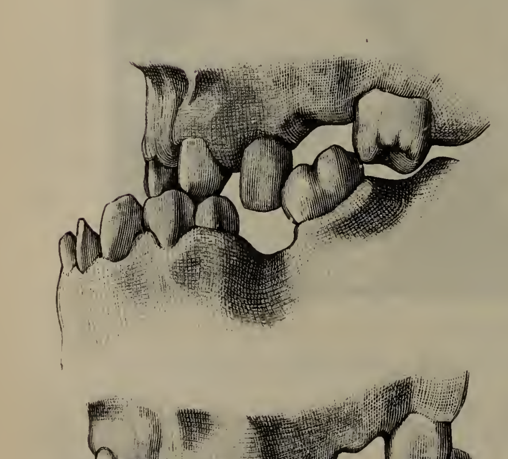


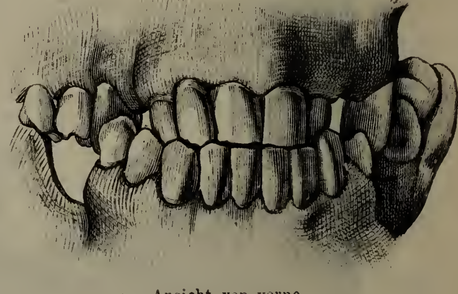
Ansicht von oben.



Seitenansicht.

Fig. 279.
Progenie.





Ansicht von vorne.

Fig. 281 (Sternfeld).
Orthogenie (nicht ganz reiner Fall).

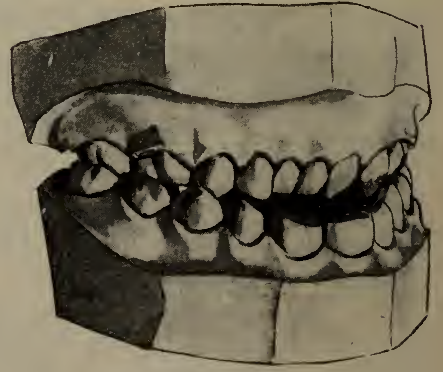


Fig. 280.
Progenie kombiniert mit Opisthognathie.

Fig. 282.
Offener Biß.

Nach Hinzufügung dieser beiden letzteren Formen sind damit aber wohl diejenigen Unregelmäßigkeiten aufgeführt, die ohne weiteres kenntlich und feststellbar sind. So haben auch Port-Euler in ihrem Lehrbuch folgende Einteilung gegeben, indem sie noch die Ebene, in welcher die Verschiebung stattgefunden hat, als Einteilungsprinzip hinzufügen.

1. Abweichungen in der sagittalen respektive mesio-distalen Richtung:

a) der Unterkiefer steht gegen den Oberkiefer zurück, er ist in distaler Richtung verschoben. Der Oberkiefer steht gegen den Unterkiefer vor, das Kinn weicht zurück — Prognathie (Fig. 278);

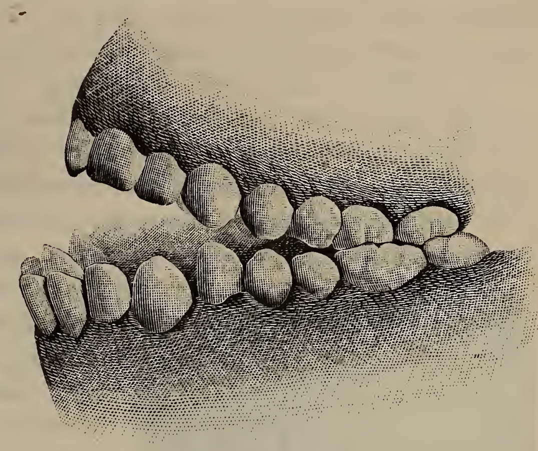


Fig. 283.
Offener Biß, Artikulation bloß in den Molaren, Mastikation unmöglich (Scheff).

b) der Unterkiefer steht gegen den Oberkiefer vor, die unteren Zähne beißen vor die oberen, die Oberlippe ist eingesunken, Unterlippe und Kinn stehen vor — Progenie (Fig. 279 u. 280);

c) die Zähne des Ober- und Unterkiefers treffen senkrecht aufeinander — Kopfbiß (Fig. 281).

2. Abweichungen in vertikaler Richtung:

a) die Zahnreihen artikulieren in ihrem hinteren Abschnitt normal, weichen aber vom ersten Molaren oder auch erst vom ersten Prämolaren an auseinander, so daß eine Artikulation der vorderen Zähne überhaupt nicht mehr zustande kommt — offener Biß (Fig. 282—284);

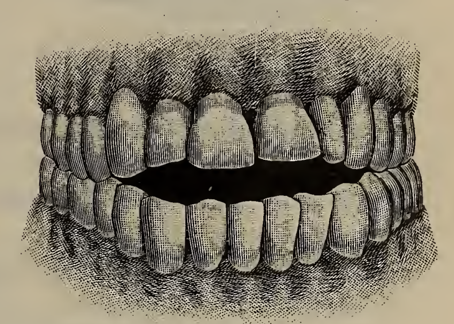


Fig. 284.
Offener Biß (junger Papuaschädel; Dr. Pöch).

b) die hinteren Zähne artikulieren normal, die Frontzähne greifen aber weiter übereinander als normal, in ausgeprägten Fällen so weit, daß die Schneidekanten der oberen Zähne auf den labialen Zahnfleischrand des Unterkiefers und die unteren auf den Gaumenrand des oberen Zahnfleischsaumes treffen — tiefer Biß.

3. Abweichungen in frontaler Richtung:

Der Unterkiefer ist seitlich gegen den Oberkiefer verschoben. Es findet hierbei meist in der Mittellinie eine Kreuzung der beiden Zahnreihen statt — Kreuzbiß (Fig. 285).

Hier ist also noch der Kopfbiß und der tiefe Biß hinzugekommen. Es muß aber bemerkt werden, daß der Kopfbiß ohne Frage als der leichteste Grad der Progenie aufgefaßt werden muß.

Im übrigen beruht diese Einteilung in ihren Prinzipien bereits auf derjenigen von Angle. Die Klassifikation von Angle, der als der Begründer der modernen zahnärztlichen Orthopädie[1] bezeichnet werden darf, ist wohl diejenige Einteilung der Bißanomalien, die wegen ihrer Bedeutung für die Praxis am meisten Aufsehen erregt, anderseits aber auch scharfe Kritik erfahren hat.

Diese Klassifikation beruht auf den mesio-distalen Beziehungen der Zähne, der Zahnbogen und der Kiefer, und diese Beziehungen wieder sind abhängig von der mesio-distalen Stellung, welche die ersten bleibenden Molaren bei ihrem Durchbruch und ihrem Ineinandergreifen annehmen.



Fig. 285.
Kreuzbiß.

Angle unterscheidet hiernach:

Klasse I. Die Bogen stehen in normalen mesio-distalen Beziehungen.

Klasse II. Der untere Bogen steht distal vom normalen in seiner Beziehung zum Oberkiefer.

Abteilung 1. Beiderseits distale Okklusion. Protrusion der oberen Schneidezähne;

Unterabteilung: distale Okklusion auf einer Seite. Protrusion der oberen Schneidezähne.

Abteilung 2. Beiderseits distale Okklusion. Retrusion der oberen Schneidezähne;

Unterabteilung: distale Okklusion auf einer Seite. Retrusion der oberen Schneidezähne.

Klasse III. Der Unterkiefer steht in seiner Beziehung zum Oberkiefer mesial vom normalen.

[1] Es wäre an der Zeit, daß die Bezeichnung »Orthodontie« für denjenigen Zweig unseres Faches, der sich mit der Beseitigung der wurzelmäßigen Zahnstellung beschäftigt, endlich aus unserem Sprachschatz schwinden würde. Das Wort ist etymologisch ganz unhaltbar, da es die gerade Stellung der Zähne bezeichnet. Ich habe an seiner Stelle schon vor vielen Jahren die Bezeichnung zahnärztliche Orthopädie vorgeschlagen.

Abteilung: beiderseits mesiale Okklusion;

Unterabteilung: einseitige mesiale Okklusion.

Diese Klassifikation genügt nach Angle, um alle Fälle, denen man begegnet, zu umfassen.

Zu Klasse I zählt Angle die weitaus am häufigsten vorkommenden Unregelmäßigkeiten, bei welchen die Beziehungen der hinteren Zahnbögen zueinander normal sind, d. h. der mesiale Höcker des ersten unteren Molaren zwischen dem zweiten oberen Prämolaren und dem mesialen Höcker des ersten oberen Molaren trifft, während der mesiale Höcker des ersten oberen Molaren in die Querfurche zwischen mesialem und distalem Höcker des ersten unteren Mahlzahnes trifft, und so fort. Zu Klasse I gehören aber auch Prognathien und Progenien, sobald dieselben mit normaler Molarenartikulation einhergehen. Auch der offene Biß, wenn auch in allen anderen Klassen vorkommend, wird doch am häufigsten in Klasse I angetroffen. Er ist dadurch charakterisiert, daß die Molaren wohl in normaler Weise zusammentreffen, während die Vorderzähne sich nicht erreichen, und zwar ist der Unterkiefer gewöhnlich normal gebaut, während die Zähne und der Alveolarfortsatz im Oberkiefer verkürzt sind. Im Gegensatz zum offenen Biß decken sich bei tiefem Biß, gleichfalls bei normaler Artikulation der Molaren, die Schneidezähne in höherem Grad als normal. Die Schneidezähne können hierbei einander so weit decken, daß die oberen Schneidezähne das Zahnfleisch des Unterkiefers, die unteren dasjenige des Oberkiefers treffen.

Zu Klasse II nach Angle gehören alle jene Bißanomalien, bei welchen der Unterkiefer um eine Höckerbreite nach rückwärts verschoben ist, d. h. der mesiale Höcker des ersten unteren Molaren trifft nicht zwischen zweitem Prämolaren und erstem oberem Molaren, sondern zwischen mesialem und distalem Höcker des letzteren. Entsprechend artikulieren dann die anderen Molaren.

In der ersten Abteilung dieser Klasse findet sich eine Protrusion der oberen Vorderzähne, d. h. es ist Prognathie vorhanden.

In der zweiten Abteilung ist der Alveolarfortsatz ebenfalls vorragend, die Zähne stehen aber nicht schräg nach vorn, sondern nach innen geneigt, so daß sie trotz der vorhandenen Kieferdeformität mit den unteren Schneidezähnen in Artikulation gelangen.

Bei Klasse III ist der Unterkiefer um eine Höckerbreite nach vorn verschoben, so daß der mesiale Höcker des ersten unteren Molaren zwischen den beiden oberen Prämolaren trifft und in demselben Mäße die anderen Molaren nach vorn artikulieren. Es handelt sich bei dieser Anomalie also um eine Progenie, die ebenso wie die Anomalien der Klasse II beiderseitig oder nur auf einer Seite vorkommen kann.

Das Anglesche System bedeutete ohne Frage einen erheblichen Fortschritt. Es reihte die verschiedenen Fälle in drei Klassen nach einem Merkmal ein, das jederzeit ohne Schwierigkeit festgestellt werden konnte. Damit war zugleich die Therapie gegeben, die die eine Aufgabe hatte, den mesial oder distal verschobenen Zahnbogen in die normale Stellung zurückzuführen. Auf der Erleichterung der Diagnostik beruht vor allem der beispiellose Erfolg des Angleschen Systems. Die Wahl des ersten Molaren als fixen Punkt, um den herum die Formierung des Gebisses stattfindet, war eine überaus glückliche Idee. Der erste Molar erscheint als erster bleibender Zahn und bestimmt den Raum, in welchem die später erscheinenden Zähne Platz finden müssen.

Auch Klaatsch hat vom anthropologischen Standpunkt aus auf die Bedeutung dieses Zahnes aufmerksam gemacht. Er sagt darüber folgendes:

»Von den beiden lateralen Wurzeln des oberen ersten Molaren zeigt die hintere eine bestimmte Beziehung zu dem Wulst, welcher vom Processus zygomatico-orbitalis zum Alveolarrand zieht. Ich nenne denselben den Jugalwulst des Oberkiefers. Ich habe gefunden, daß die bei dem Australier ausnahmslos bestehende Fixierung der hinteren Wurzel des ersten Molaren im Jugalwulst eine dem Urzustande des Menschen zukommende Einrichtung bildet, welche er mit Orang und Gorilla teilt. Die Beziehung ist eine so auffällige, daß man den Eindruck erhält, als sei der erste Molar an den Jugalwulst gebannt. Bisweilen krümmt sich die betroffene Wurzel nach rückwärts in den Jugalwulst hinein. Die gleiche Beziehung besteht bei Afrikanegern. Über die Bedeutung derselben bin ich noch nicht zu einer befriedigenden Ansicht gelangt. Die besondere Stellung, die der erste Molar überhaupt einnimmt, läßt vermuten, daß eine sehr wichtige, mit der Umformung des Gebisses und des Gesichtsskeletts bei der gemeinsamen Urform von Menschenrassen und -affen in Konnex stehende Sache vorliegt.

Wo wir nun diese Beziehung bei jetzigen Menschenrassen vermissen, da ist der Schluß gestattet, daß es sich um eine sekundäre Veränderung handelt. In der Tat ist bei den Europäern der Konnex mehr oder weniger verlorengegangen. Allerdings finden sich unter den individuellen Variationen solche, welche die betreffende Einstellung der hinteren Wurzel noch haben, aber bei vielen ist es die vordere Wurzel, welche ihre Stelle einnimmt. Vermittelnde Zustände kommen vor; bei Malayen und Mongoloiden fand ich, daß man keiner der beiden Wurzeln eine solche Beziehung bestimmt zuschreiben kann.«

Die Bedeutung des ersten Molaren für die Formierung des Gebisses ist also wohl unbestreitbar, aber hier handelt es sich um einen normalen, nicht um einen pathologisch veränderten Kiefer. Hier sind Kiefer und Zähne

von gleichem biologischem Wert. Unter pathologischen Bedingungen aber stellt der Kiefer den weitaus schwächeren Teil dar, während die Zähne weit weniger beeinflußbar sind. Daher können auch die Verhältnisse beim normalen Menschen nicht ohne weiteres auf pathologische Verbildungen übertragen werden, wie es doch Angle tut. Die normale Stellung des ersten Molaren bildet nur den Ausdruck normaler Wachstumsbeziehungen, deren tiefer liegende Ursachen uns unbekannt sind. Daher kann auch die Einteilung von Angle nicht befriedigen, weil sie die Anomalien auf Grund eines zunächst rein äußerlich betrachteten Merkmals in ein System einreiht, ohne auf die Entstehung Rücksicht zu nehmen. Sie befriedigt nicht das kausale Bedürfnis.

So sollte man annehmen, daß zum mindesten die drei Klassen auch genetisch scharf geschiedene Gruppen bilden. Das ist aber keineswegs der Fall. Es finden sich zahlreiche Übergänge; ja Anomalien, die ohne Frage dieselbe Ursache haben, müssen auf Grund der Stellung der Molaren einmal der einen, ein andermal der anderen Klasse zugezählt werden. So hat Kantorowicz darauf hingewiesen, daß Progenien leichteren Grades bei normaler Artikulation vorkommen und daß eigentlich der Zufall entscheidet, ob ein normaler Zusammenbiß oder Molarenvorbiß zustande kommt. Ganz dasselbe dürfte aber auch für die Prognathien der Fall sein, die ja ebenfalls sowohl in Klasse I als auch in Klasse II vorkommen und für manche anderen Anomalien zutreffen.

Wenn daher Angle den ersten Molaren als den Schlüssel der Okklusion bezeichnet, so dürfte das doch nur unter bestimmten Voraussetzungen der Fall sein. Nicht der erste Molar bedingt die Bildung einer Stellungsanomalie, sondern seine Stellung wird durch die Art und den Grad der Kieferverbildung bestimmt. Er nimmt an der Anomalie teil, wenn der Kiefer in Mitleidenschaft gezogen ist, und selbst dann kann er in leichteren Fällen, wie wir eben gesehen haben, seine normale Stellung behalten.

Immerhin ist der Wert der Klassifikation von Angle vor allem für den Praktiker unbestritten, und es ist auch bisher keinem anderen System, soweit dieselben auch bis in die neueste Zeit hinein aufgestellt sind, gelungen, sich eine derartige allgemeine Anerkennung zu verschaffen. Eine einwandfreie Einteilung wird sich erst dann aufstellen lassen, wenn wir in die Ätiologie der Stellungsanomalien tiefer eingedrungen sein werden, als es bisher der Fall ist.

Die Schwierigkeiten, die einer befriedigenden Erklärung der Stellungsanomalien entgegenstehen, liegen ohne Frage darin, daß auf ein seinem Bau und seiner Funktion nach so außerordentlich kompliziertes Organ, wie es der Kauapparat darstellt, eine Fülle von ihrer Art nach ganz verschiedenen Faktoren einwirken und entsprechende Veränderungen zustande bringen können.

Seit der vor Jahresfrist erfolgten Niederschrift dieses Manuskriptes ist eine ganze Reihe wertvoller Arbeiten über dieses Thema publiziert, die ich infolge der ungünstigen Verhältnisse jetzt leider nicht mehr berücksichtigen kann. Insbesondere ist mehrfach der Versuch gemacht worden, die Klassifikation Angles durch eine Einteilung zu ersetzen, die nicht ausschließlich die Stellung der Zähne zueinander, sondern auch ihre Beziehungen zu gewissen festen Punkten des Schädels, die nicht in der veränderten Region liegen, als Grundlage benützt. In erster Linie nenne ich hier die Arbeiten von Simon, dessen vortreffliche Untersuchungen in dieser Richtung liegen. Überhaupt macht sich immer mehr das Bestreben geltend, die Ätiologie der Stellungsanomalien zu ergründen. Hier wäre dann auch noch die ausführliche Arbeit von Franke zu erwähnen, der in sehr eingehenden Untersuchungen die Auffassung zu begründen versucht, daß die Verbildungen der Kiefer nicht sowohl durch äußere Momente, wie Muskeldruck, Kaudruck, Luftdruck, Weichteildruck, zur Entstehung gelangen, als vielmehr durch innere Wachstumsvorgänge bedingt sind.

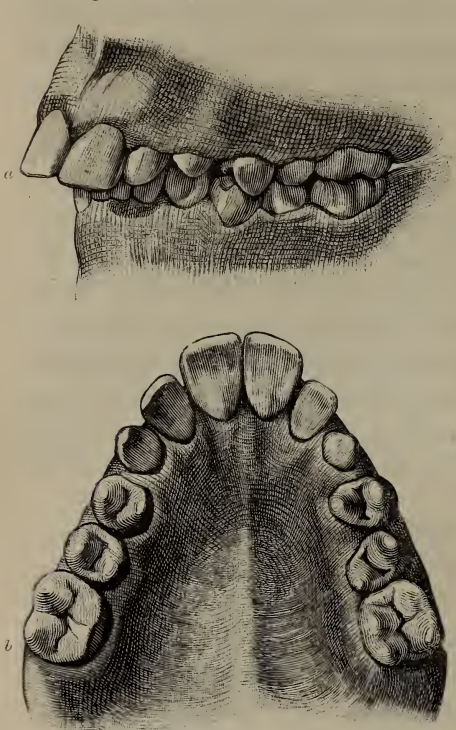


Fig. 286 (Sternfeld).
Pathologische Prognathie, bedingt durch sogenannten V-förmigen Oberkiefer. *a* Profilansicht. *b* Ansicht des Oberkiefers von unten.

Der größte Teil der Stellungsanomalien ist also vergesellschaftet mit Verbildungen der Kiefer, und diese sind es insbesondere, die als Bißanomalien bezeichnet werden, weil mit ihnen natürlich eine erhebliche Störung der Artikulation verbunden sein muß.

Es kann nun nicht bezweifelt werden, daß ein großer, vielleicht der größte Teil aller Bißanomalien ebenfalls durch direkten oder indirekten Raummangel verursacht ist, ebenso wie dieses vorher für die Stellungsanomalien einzelner Zähne beschrieben worden ist. Es ist dort auch bereits ausführlich dargelegt worden, aus welchen Gründen dieser Raummangel zustande kommt. Der direkte Raummangel entsteht infolge einer stammesgeschichtlich bedingten fortschreitenden Verkürzung der Kiefer, die beim Menschen zurzeit besonders den Zwischenkiefer betrifft und sich auch manifestiert in der Reduktion respektive dem Schwinden des zweiten oberen

Schneidezahnes. Der indirekte Raummangel ist eine Folge frühzeitiger Extraktion von Milchzähnen. In beiden Fällen aber kommt es unter sonst normalen Verhältnissen lediglich zu einer abnormen Stellung einzelner Zähne.

Eine Deformierung der Kiefer ist nur dann möglich, wenn noch ein anderer Faktor hinzutritt. Dieser andere Faktor ist wohl eine abnorme Weichheit des Kieferknochens, der der normalen Belastung keine genügende Widerstandsfähigkeit entgegenzusetzen vermag.

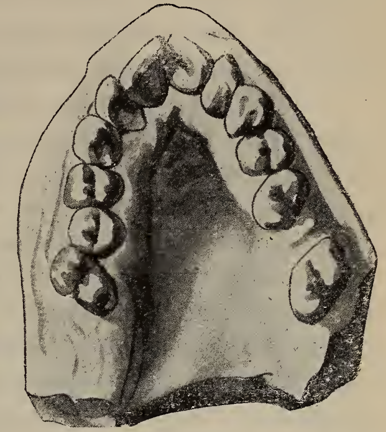


Fig. 287.
V-förmiger Kiefer.

Besonders sind es zwei Formen des verbildeten Oberkiefers, die allgemeines Interesse erregt haben, der sogenannte V-förmige (Fig. 286 und 287) und der kontrahierte Kiefer (Fig. 288). Bei dem V-förmigen Kiefer bildet die obere Zahnreihe nicht einen Bogen, sondern es liegen die Zähne jeder Hälfte in einer mehr oder weniger geraden Linie, und die beiderseitigen Zahnreihen stoßen in der Medianlinie unter einem spitzen Winkel zusammen. Bei dem sogenannten kontrahierten Kiefer kommt die normale Bogenlinie dadurch nicht zustande, daß in der Gegend der Prämolaren oder der ersten Molaren eine Verschmälerung des Gaumenquerdurchmessers statthat. Bei dieser Deformität wölbt sich außerdem noch der Gaumen über die Norm, weshalb man sie auch mit dem Namen »hoher Gaumen« oder »sattelförmiger Gaumen« belegt hat. Es soll aber gleich hinzugefügt werden, daß diese vermehrte Höhe des Gaumengewölbes nur scheinbar durch die verminderte Breite zustande kommt.

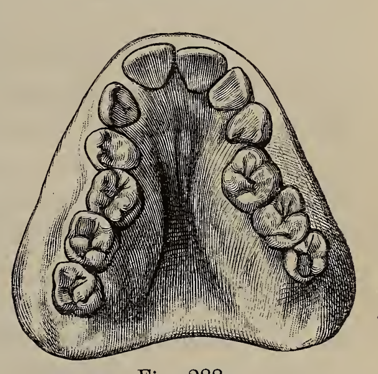


Fig. 288.
Kontrahierter Oberkiefer (nach Tomes).

Besondere Aufmerksamkeit wurde auf diese Kieferformen gelenkt durch Langdon-Down, der bereits 1879 auf Grund sehr zahlreicher Beobachtungen die Ansicht aussprach, daß diese Deformität des Gaumens eine Begleiterscheinung der Idiotie, und zwar der hereditären Idiotie, sei. Die Ansicht Langdon-Downs ist in der Folge mehrfach bestritten worden, vor allen Dingen mit dem Hinweis, daß auch bei geistig ganz Gesunden dieselben Anomalien gefunden werden, aber Langdon-Down hat doch wohl recht gehabt. Alle späteren

Beobachter haben die Beobachtungen des englischen Forschers bestätigt, und noch in neuester Zeit hat Dolega in seiner Dissertation »Über mongoloide Idiotie« bei 15 untersuchten Idioten in allen Fällen eine Deformation des Gaumens feststellen können. Da die mongoloide Idiotie nach der neuesten Annahme auf einer Störung der inneren Sekretion beruht und es bekannt ist, daß hiermit Wachstumsstörungen des Skeletts verbunden sein können, so würden diese Anomalien ihre Erklärung gefunden haben.

Als weitere Ursache von Bißanomalien und Kieferverbildungen gilt die Mundatmung infolge adenoider Wucherungen.

Die Hypertrophie der Gaumenmandeln und insbesondere der Rachenmandel kann einen vollständigen Verschluß der hinteren Ausführungsgänge der Nase, der Choanen, herbeiführen. Infolgedessen sind die Kranken gezwungen, durch den Mund zu atmen. Die adenoiden Wucherungen treten am häufigsten im 3.—4. Lebensjahr auf und sind oft auch mit anderen Degenerationserscheinungen vergesellschaftet, die in ihrer Gesamtheit den sogenannten adenoiden Typus repräsentieren.

Die Erklärung der Deformität bei Mundatmern ist nun nach verschiedenen Seiten hin versucht worden. Da ist zunächst die Beantwortung der prinzipiellen Frage: Hat überhaupt die Mundatmung eine ursächliche Bedeutung für das Zustandekommen von Kieferanomalien? Die Ansichten hierüber sind geteilt. Eine große Anzahl von Autoren, insbesondere auch die Zahnärzte nehmen einen solchen Zusammenhang an. Die einen glauben, daß bei gehinderter Mundatmung durch negativen Druck eine seitliche Kompression des Alveolarbogens zustande kommt, die anderen führen die Entstehung des hohen Gaumens auf die keilartig wirkende Hälfte der unteren auf die oberen Seitenzähne zurück. Siebenmann und seine Schule leugnen jeden ursächlichen Zusammenhang zwischen Nasenverstopfung und Kieferverbildung. Hiernach ist der hohe Gaumen eine Teilerscheinung der Leptoprosopie, mithin eine Rasseneigenschaft. Auch nach Landsberger ist die Ursache des hohen Gaumens nicht in den Adenoiden zu suchen, sondern in vererbter falscher Anlage der Zahnkeime. Danziger wiederum ist der Ansicht, daß sowohl die Enge des Nasenrachenraumes und die dadurch bedingte Mundatmung als auch die Gaumenverbildung ihre gemeinschaftliche Ursache in einer Synostose der Kranznaht haben. So stehen sich die Auffassungen der Forscher zum Teil diametral gegenüber. Meiner Ansicht nach ist keinem der angenommenen Faktoren ausschlaggebende Bedeutung für die Entstehung des hohen Gaumens beizulegen. Das geht schon daraus hervor, daß es viele Kinder mit adenoiden Wucherungen gibt, die trotzdem einen normal gebauten Gaumen besitzen. Es muß also noch ein anderes Moment hinzukommen. Dieses Moment erblicke ich wiederum in einer abnormen Nachgiebigkeit des Knochens, der der normalen Belastung nicht standzu-

halten vermag. Dann wird der Wangendruck, Luftdruck oder auch der Kaudruck eine deformierende Wirkung auszuüben vermögen. Für letzteres spricht meines Erachtens die Tatsache, daß öfter der Oberkiefer allein verbildet ist, während der Unterkiefer normale Gestalt besitzt. Mechanisch erscheint mir dieses hierdurch noch am besten erklärlich zu sein.

Da nämlich die Richtung der den Unterkiefer hauptsächlich anziehenden Muskeln (Temporalis, Masseter) nicht dieselbe ist wie die der beim Kieferschluß gegeneinander bewegten Zahnreihen, sondern schräg von unten nach oben außen verläuft, so muß beim Zusammenbeißen entsprechend den oben lateral gelegenen Insertionsstellen eine Kraftwirkung auch nach innen stattfinden. Diese nach innen gerichtete Wirkung ist normalerweise kompensiert durch die Stellung der Molaren. Ist aber der Kieferknochen aus irgendwelchen Gründen abnorm nachgiebig, ist also das Gleichgewicht der Kräfte gestört, dann ist es sehr wohl vorstellbar, daß derselbe seitlich zusammengedrückt wird, während der Unterkiefer unveränderlich bleibt. Besonders leicht wird dieses eintreten bei Leptoprosopie.

Die Annahme Siebenmanns, daß der hohe Gaumen nur eine Rasseneigentümlichkeit darstellt, ist unbedingt unrichtig. Gewiß ist der hohe Gaumen eine Teilerscheinung der Leptoprosopie, aber nicht der verbildete hohe Gaumen, um den es sich hier doch handelt. Nur in einer Beziehung hat Siebenmann recht. Es ist gar keine Frage, daß gerade die Langgesichter der europäischen Rassen entartenden Einflüssen ganz besonders leicht zugänglich sind, und so finden wir nicht allein den V-förmigen und den kontrahierten Kiefer, sondern jede Art von Stellungsanomalien besonders häufig bei dieser Gesichtsform. Dieses Moment hat Wustrow richtig hervorgehoben.

Ganz ebenso ist die Auffassung Landsbergers zu beurteilen, wenn auch in ihr ebenfalls etwas Richtiges enthalten ist. Daß mit dem hohen Gaumen eine veränderte Lage der Zahnkeime verbunden ist, ist wohl richtig. Schon bei dem Übergang der physiologischen Prognathie in Orthognathie tritt, wie ich an anderer Stelle ausführlich gezeigt habe, eine Verlagerung der Zahnkeime ein; indem die bei Prognathie hinter den Milchzähnen liegenden und nach außen strebenden Keime der zweiten Dentition eine Erweiterung und Hervordrängung des Kiefers (Prognathie) herbeiführen, während bei Orthognathie die Zahnanlagen der zweiten Dentition mehr oberhalb der Milchzähne liegen und senkrecht nach unten aus dem Kiefer hervorwachsen (Fig. 289). Dann kann natürlich eine Prognathie nicht zustande kommen. Der Irrtum Landsbergers liegt aber meines Erachtens darin, daß er die Entwicklungsvorgänge bei der rassenmäßigen Leptoprosopie, die natürlich auch embryonal feststellbar ist, auf die Bildung des V-förmigen Kiefers überträgt.

Jedenfalls ist das Problem der Beziehungen der adenoiden Wucherungen zum hohen Gaumen noch nicht gelöst. Ich möchte noch einmal meine Auffassung dahin präzisieren, daß die Verbildung des Oberkiefers eine abnorme Nachgiebigkeit des Knochens voraussetzt, ganz gleich welche Einwirkungen nachher die Deformierung zustande bringen. Worauf diese aber beruht, ist unbekannt. Wir wissen auch nicht, welche Ursache die Hypertrophie der Gaumenmandeln und der Rachenmandeln zustande bringt. Ich möchte aber auf eine Analogie aufmerksam machen, die mir bisher noch nicht beachtet zu sein scheint. Bekanntlich ist mit adenoiden Wucherungen sehr häufig auch eine Herabsetzung der geistigen Regsamkeit und der Intelligenz der Kinder verbunden. Es ist keine Frage, daß dieses keine Folge der durch die Erkrankung bedingten direkten Störungen, wie schlechter Schlaf, nächtliches Aufschrecken usw., sein kann. Es muß hierbei noch eine andere, unbekannte Ursache vorhanden sein. Ist hier nun nicht, wenn auch

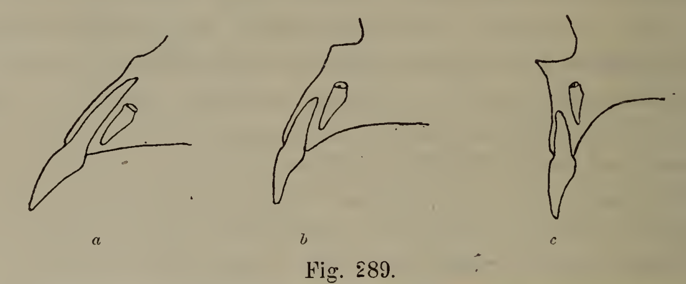


Fig. 289.

Lage der Ersatzzahnkeime: *a* bei einem Schimpansen und *b* bei einem prognathen Melaneserkind, *c* bei einem orthognathen Europäerkind.

nur andeutungsweise, eine Ähnlichkeit mit der Idiotie vorhanden, bei welcher sich ebenfalls dieselbe Verbildung des Gaumens vorfindet? Die Idiotie beruht aber nach den neuesten Forschungen auf Störungen der inneren Sekretion. Sollte hier nicht — ich spreche dieses mit allem Vorbehalt aus — vielleicht eine ähnliche Ursache mit im Spiele sein? Dann würde die Nachgiebigkeit des Kieferknochens ohne weiteres ihre Erklärung finden.

Im übrigen bestehen auch unzweifelhaft Beziehungen zu Rachitis, da die Tonsillarhypertrophie sehr oft bei Kindern vorkommt, die diese Erkrankung durchgemacht haben. Allerdings tritt dieselbe gewöhnlich in einer früheren Lebensperiode auf, aber es ist sehr wohl denkbar, daß die Folgen sich noch erheblich später bemerkbar machen können, um so mehr als die Gaumenverbildung zu einer Zeit vor sich geht, in welcher im Kieferknochen schon infolge des Zahnwechsels erhebliche Umformungen stattfinden. Bei Rachitis werden ganz ähnliche Verbildungen beobachtet, die insbesondere von Fleischmann und Schmidt beschrieben sind. Hier ist es aber hauptsächlich der Unterkiefer, der durch Zug des M. geniohyoideus, genioglos-

sus und biventer auf den nachgiebigen Knochen eine Abflachung des Mittelstückes erleidet. Er verliert seine elliptische Form; die normalerweise im Bogen aufgestellten Frontzähne bilden eine Gerade, so daß der Zahnbogen in der Gegend der Eckzähne einen scharfen Winkel bildet. Durch die Abflachung des Mittelstückes wird der Raum für die Schneidezähne beschränkt, dieselben schieben sich übereinander oder nehmen eine fächerförmige Stellung ein. Auch die hinteren Zähne nehmen eine Neigung mehr nach der Mundhöhle ein (Fig. 290). Neuerdings werden aber diese Angaben Fleischmanns von Franke sehr energisch abgelehnt.

Mehrfach ist festgestellt, daß bei rachitischen Schädeln eine erhebliche Verbiegung der Basis vorhanden ist. Das würde eine Bestätigung der Untersuchungen Danzigers bilden, der ja hierin die gemeinsame Ursache der Nasenenge und der Gaumendeformität erblickt.



Fig. 290.
Unterkieferform nach Rachitis (nach Port-Euler).

Im Oberkiefer findet sich ebenfalls sehr häufig Prognathie, und im Gegensatz zum V-förmigen Kiefer bei Mundatmung soll sich hier vorzugsweise diejenige Kieferform finden, die als kontrahierter Kiefer bezeichnet wird und schon näher beschrieben worden ist.

Mir scheint aber der Unterschied in der Ätiologie des V-förmigen und des kontrahierten Kiefers nicht einwandfrei begründet zu sein. Beide Difformitäten können meiner Ansicht nach durch dieselben Ursachen zustande kommen. Der V-förmige Kiefer erscheint dann, wenn Raummangel nicht vorliegt, während bei Raummangel insbesondere infolge frühzeitiger Extraktion der zweiten Milchmolaren der kontrahierte Kiefer die Folge ist. Daß im übrigen ein echter Sattelkiefer, wie Mayrhofer angibt, auch als angeborne Anomalie ohne Bezug auf einen etwaigen Raummangel auftreten kann, soll unbestritten sein, ebenso wie diese Kieferform natürlich auch bei völlig normalem Gaumengewölbe infolge vorzeitiger Entfernung der zweiten Milchmolaren vorkommen kann.

Eine Anomalie, deren Ätiologie ebenfalls noch dunkel ist, ist der offene Biß, bei welchem, wie vorher beschrieben, in ausgeprägten Fällen sich nur die letzten Molaren berühren, während alle anderen Zähne außer Kontakt bleiben. Auch diese Mißbildung wird auf das Vorhandensein adenoider Wucherungen zurückgeführt. Vielleicht ist aber die Annahme von

Herbst wahrscheinlicher, wonach die Anomalie durch die Angewohnheit der Kinder entsteht, während des Zahnwechsels die Zunge zwischen die durch frühzeitigen Verlust der Milchschneidezähne entstandene Lücke hindurchzuschieben.

Als seltene Ursache von Anomalien sollen noch das Caput obstipum und die Sprengelsche Difformität kurz erwähnt werden. In beiden Fällen zeigt das Gaumengewölbe Veränderungen, indem die Mittellinie nach der gesunden Seite verschoben wird und der Winkel zwischen den Frontzähnen und Prämolaren auf der kranken Seite sich mehr einem rechten nähert, während er auf der gesunden Seite stumpfer ist.

Es bleibt schließlich noch eine Frage zu erörtern übrig, die von besonderem Interesse und von besonderer Wichtigkeit ist. Können Bißanomalien vererbt werden? Wenn auch für die Prognathien, die, wie wir eben gesehen haben, infolge der mannigfaltigsten Ursachen entstehen können, ein reines Bild nicht vorliegt, da es außerordentlich schwer ist, jede pathologische Beeinflussung auszuschließen, so gibt es doch eine Anomalie, die die Frage in bejahendem Sinne entscheidet, die Progenie. Aus welchen Ursachen eine Progenie zustande kommt, wissen wir, wie gesagt, nicht. Das einzige, was bekannt ist, ist die Tatsache, daß sie infolge frühzeitigen Verlustes der oberen Milchschneidezähne entstehen kann, das sind aber immerhin seltene Fälle; sonst sind wir über die Ursachen ihres Entstehens völlig im unklaren. Wir wissen aber, daß diese Anomalie in hohem Grade vererbbar ist. Es würde viel zu weit führen, hier auf die Frage der Vererbung näher einzugehen, die heute eine Wissenschaft für sich bildet. Kantorowicz hat in diesem Sinne speziell die Progenie behandelt und auf jene Herrscherfamilie hingewiesen, in welcher die Progenie sich durch Jahrhunderte vererbt hat, die Habsburger. Auch jedem Praktiker stehen Fälle von Familien zur Verfügung, in denen die Progenie seit Generationen vorkommt. Es ist daher wohl nicht zu bezweifeln, daß es auch unter den Prognathien kongenitale und vererbliche Formen gibt. Es ist dieses um so mehr anzunehmen, als ja auch sonst bei Anomalien der Zähne (überzählige Zähne, fehlende Zähne, Diastema usw.) die Erblichkeit eine große Rolle spielt.

Einen besonderen Komplex von Ursachen, die zu den sekundär entstandenen Anomalien herüberführen und die ebenfalls erhebliche Verunstaltungen verursachen können, bilden die üblen Angewohnheiten der Kinder, insbesondere Daumenlutschen, Lutschen auf mehreren Fingern, Einklemmen der Unterlippe und anderes mehr, die in den ersten Lebensjahren gepflegt werden, aber den Kiefer doch so erheblich beeinflussen können, daß hochgradige Prognathien auch im bleibenden Gebiß die Folge sein können. Meines Erachtens ist aber diese Beeinflussung ebenfalls nur möglich, wenn der Kiefer besonders nachgiebig ist, da es Kinder gibt, die bis in die späteren

Kinderjahre hinein Daumen gelutscht haben, ohne daß eine Difformierung des Gaumens die Folge gewesen wäre. Hier dürfte es wohl hauptsächlich die Rachitis sein, die als Hauptfaktor angesprochen werden muß.

Die häufigste Ursache einer sekundären pathologischen Prognathie ist aber der Verlust der Molaren, eventuell Prämolaren, welche die Aufgabe haben, die beiden Zahnreihen auch bei geschlossenem Munde in gemessener Entfernung voneinander zu halten. Bei der Besprechung der primären pathologischen Prognathie wurde in erster Linie angegeben, daß dieselbe entstehen kann durch mangelhafte Entwicklung oder durch frühzeitigen Verlust der ersten bleibenden Molaren; sind diese letzteren schon zu einer Zeit zugrunde gegangen, wo die Vorderzähne noch nicht ausgebildet waren, so kann sich eine Prognathie primär herausbilden. Werden bei einem vollkommen normalen Gebiß, d. h. bei einem solchen, welches wir als »orthognath« bezeichneten, einzelne oder auch alle ersten bleibenden Molaren zu einer Zeit extrahiert, in welcher die Bikuspidaten noch nicht genügend entwickelt sind, um die mehrfach erwähnte Rolle der genannten Molaren zu übernehmen, so entsteht sekundär, d. h. aus einer primär normalen, eine pathologische Prognathie, und zwar eine Form, deren Details und deren Ätiologie dieselben sind wie bei der primären.

Um dieselben oder doch ganz ähnliche Verhältnisse von erworbener, von sekundärer Prognathie handelt es sich in jenen Fällen von Orthognathie, in welchen beim Erwachsenen die Molaren und Bikuspidaten so weit in Verlust gegangen sind, daß die von den Kaumuskeln ausgeübte Kraft sich ausschließlich an dem vorderen Teil des Gebisses entfaltet; die oberen Vorderzähne müssen wegen ihrer — auch bei der Orthognathie — etwas nach oben geneigten Richtung den ganz vertikal stehenden und auftreffenden unteren Vorderzähnen aus rein mechanischen sowie aus naheliegenden anatomischen Gründen nachgeben, d. h. nach vorn ausweichen; aus der Orthognathie entsteht eine sich zunächst noch in normalen Grenzen bewegende Prognathie, welche aber immer mehr ins Pathologische übergeht, bis wir zuletzt eine rein pathologische Prognathie vor uns haben, bei welcher das Typische darin besteht, daß die oberen Vorderzähne in mehr weniger vertikaler Lage geblieben, aber ganz aus dem Bereich der unteren Vorderzähne nach vorn gerückt sind und von den letzteren beim Zubeißen nicht mehr erreicht werden; die Lockerung der oberen Vorderzähne ist in diesen Fällen eine mäßige. Eine andere Form der sekundären Prognathie entwickelt sich aus der physiologischen (ethnologischen) Prognathie, wenn hier die Molaren und Bikuspidaten in Verlust gegangen sind.

Hier tritt nämlich nicht jene Verschiebung der oberen Vorderzähne ein, infolge deren zuletzt die unteren Vorderzähne mit ihren Kaukanten den harten Gaumen berühren, der Antagonismus der oberen und unteren

Vorderzähne also aufgehoben wird, sondern die oberen Zähne werden wegen ihrer von Anfang an sehr schrägen Lage dem Druck von unten her sehr rasch nachgeben und zuletzt in eine rein horizontale Lage übergehen; ein annäherndes Bild hiervon gibt Carabelli. In solchen Fällen wird wohl der Antagonismus nicht aufgehoben, dagegen werden die Zähne, welche eine so wesentliche Verschiebung erfahren, sehr bald gelockert werden, und diese Lockerung nimmt immer mehr zu, bis die betreffenden Zähne endlich ganz ausfallen. Schließlich soll noch erwähnt werden, daß auch durch Narbenbildung und Zug oder Druck von Tumoren erhebliche Anomalien zustande kommen können.

Überzahl der Zähne.

Sind im Milchgebiß des Menschen mehr als 20 und im bleibenden Gebiß mehr als 32 Zähne vorhanden, so sprechen wir von einer Überzahl derselben. Man kennt nach Busch drei Arten von überzähligen Zähnen:

1. Zapfenzähne mit konischer Krone und ebensolcher Wurzel (»Griffelzähne«, Scheff, der Form eines zugespitzten Griffels ähnlich).

2. Höckerzähne mit höckeriger Krone und dütenförmiger Einsenkung der Oberfläche derselben.

3. Zähne von so weit ausgebildetem typischem Bau, daß man dieselben ohne Bedenken einer der normalen Zahngruppen zugesellen kann.

Bis vor verhältnismäßig kurzer Zeit beschränkte man sich darauf, die verschiedenen Formen und das verschiedene Vorkommen von überzähligen Zähnen einfach zu registrieren; es wurde allenfalls auch noch angegeben, was mit solch überzähligen Zähnen zu tun sei, weitere Deduktionen unterblieben zumeist. Erst als mit Begründung der Deszendenztheorie das Interesse an stammesgeschichtlichen Problemen wach wurde, schenkte man auch den überzähligen Zähnen des Menschen mehr Aufmerksamkeit.

Schon im Jahre 1869 wurde aber durch Voit der königlich bayrischen Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung von Kollmann vorgelegt: »Über Hyperdentition und Dislokation einzelner Zähne«, auf welche ganz kurz eingegangen werden soll.

Kollmann unterscheidet zwei Arten der Hyperdentition; die eine ist dadurch charakterisiert, daß die überzähligen Zähne gleichzeitig mit den Ersatzzähnen zum Vorschein kommen, die andere dadurch, daß die Zähne lange nacheinander sich entwickeln. Kollmann gibt an, daß der Rest der primitiven Zahnanlage, der Verbindungsstrang, welcher von der Spitze des Milchzahnes bis zum Mundhöhlenepithel in die Höhe zieht, und aus welchem sich der Keim für den sekundären Zahn entwickelt, anstatt, wie normalerweise, nur an einem Punkt, beim Menschen sehr häufig an

mehreren Stellen durch die im Innern des Stranges angehäuften Zellen bruchsackartig hervorgetrieben werde. Diese kolbigen Seitenäste des Verbindungsstranges, welche Kollmann Epithelsprossen nennt, sollen nach ihm als überzählige Schmelzkeime an den Milchbackenzähnen regelmäßig auftreten und oft eine Zahl von 30 bis 40 erreichen. Da sie alle ganz dieselbe Struktur wie der Keim des Ersatzzahnes besitzen, so sollen sie unter günstigen Bedingungen an den verschiedensten Stellen die Bildung von Zähnen veranlassen können. Wenn viele Epithelsprossen auftreten, so seien sie klein, und die Folge sei, daß auch die Zähne nur geringe Dimensionen erhalten. Die gleichzeitige Bildung mehrerer Keime für einen und denselben Zahn kommt nach Kollmann aber nicht allein an den Backenzähnen, sondern auch an den Schneidezähnen vor. — Auch bei der zweiten Art der Hyperdentition, bei welcher neue Zähne noch im hohen Alter erscheinen, liege der Grund für diese Erscheinung schon in dem embryonalen Zustand, was sich ja mit der Tatsache erklären lasse, daß auch im Normalen einzelne Schmelzkeime sehr lange Zeit ruhen können, ehe sie sich weiterentwickeln; so z. B. existiere der Weisheitszahn als ein Zellenhaufen schon um die Geburt, und dennoch brauche er bis zu seiner Reife oft über 20 Jahre.

Ohne auf die sonstigen Befunde und Resultate Kollmanns, die nicht in allen Punkten mehr mit den Ergebnissen der neueren Forschungen übereinstimmen, näher einzugehen, soll hier nur soviel festgestellt werden, daß schon dieser Autor, der sich auch sonst mit dem Studium der Histologie und Entwicklung der Zähne aufs eingehendste befaßt hat, in dem Auftreten überzähliger Zähne einfach eine Art Überproduktion erblickte, welche durch das Auftreten akzessorischer Ausläufer der Zahnleiste herbeigeführt wurde.

Dieser Beurteilung der überzähligen Zähne als zufälliger Anomalien, die embryologisch in der Tat wohl begründet ist und auch heute noch zu Recht besteht, steht nun die Auffassung gegenüber, daß es sich hierbei um einen Rückschlag auf reicher bezahnte Vorfahren handle.

Die Formel des typischen Säugetiergebisses lautet $I\,\frac{3}{3}\,C\,\frac{1}{1}\,P\,\frac{4}{4}\,M\,\frac{3}{3}$, das heißt die ältesten Säugetiere, die wir kennen, besitzen jederseits im Ober- und Unterkiefer 3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 4 Prämolaren und 3 Molaren. Allerdings gibt es auch heute noch Tiere, die 4 Molaren aufweisen (Otocyon megalotis mit der Formel $\frac{3\;1\;4\;4}{3\;1\;4\;4}$), anderseits besitzen die Beuteltiere, deren verwandtschaftliche Beziehungen zu den Säugetieren durchaus noch nicht festgestellt sind, 5 Schneidezähne, eine Tatsache, die, wie wir noch hier sehen werden, von Bedeutung ist. Wenn wir aber zunächst von der typischen Säugetierzahnformel ausgehen, so fehlt dem

Menschen jederseits 1 Schneidezahn und 2 Prämolaren. Ein Wiederauftauchen dieser im Laufe der Stammesgeschichte verlorengegangenen Zähne wäre also an sich durchaus möglich, und in der Tat sehen wir an allen diesen Stellen überzählige Zähne auftreten. Am häufigsten kommen sie aber ohne Frage in der Schneidezahngegend des Oberkiefers vor. Fig. 291 bis Fig. 299 zeigen eine Anzahl solcher überzähliger Schneidezähne. Bereits diese Tatsache spricht aber gegen Atavismus. Zuletzt ist in der Stammesgeschichte der Primaten nämlich offenbar ein Prämolar zur Reduktion gelangt, da die Neuweltaffen noch 3 Prämolaren, die Halbaffen aber bereits nur 2 Schneidezähne

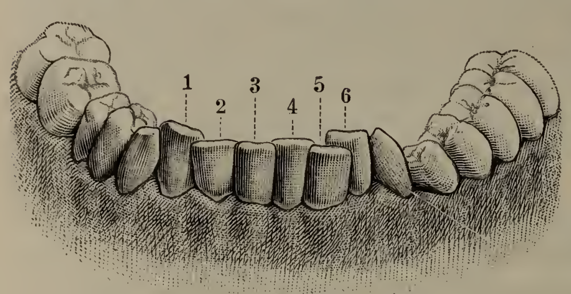


Fig. 291 (Scheff).
Unterkiefer mit sechs Schneidezähnen.

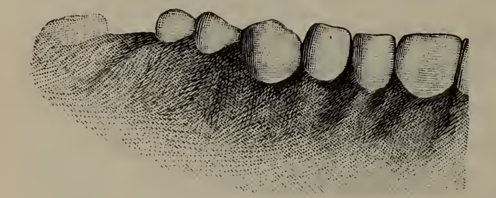


Fig. 292 (Scheff).
Oberkiefer linke Seite, zwei kleine, normal entwickelte Schneidezähne, der große Schneide- und Eckzahn normal entwickelt.

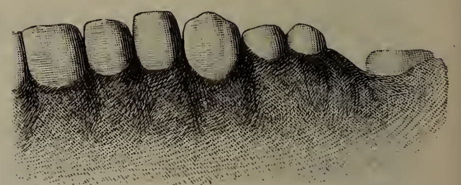


Fig. 293 (Scheff).
Oberkiefer rechte Seite desselben Individuums, zwei kleine, normal entwickelte Schneidezähne, der große Schneide- und Eckzahn normal entwickelt.



Fig. 294 (Scheff).
Zwei seitliche Schneidezähne links oben (Milchzähne); welcher Zahn als supplementär aufzufassen wäre, ist unentschieden.



Fig. 295 (Scheff).
Zwei Milchzähne rechts unten; einer supplementär.

besitzen. Diese zuletzt ausgefallenen Prämolaren müßten daher auch atavistisch häufiger auftreten als die Schneidezähne, die sämtlichen rezenten und fossilen Primaten bis zu den Halbaffen fehlen. In Wirklichkeit kommen aber gerade überzählige Schneidezähne weit häufiger vor, allerdings, wie ich gleich hinzufügen will, nur im Oberkiefer. Sie finden

sich hier auch an allen Stellen, die überhaupt in Betracht kommen, das heißt also zwischen den mittleren Schneidezähnen, zwischen den I^1 und I^2 und zwischen I^2 und C, so daß man, wie es auch Rosenberg bereits getan hat, annehmen könnte, daß die Vorfahren des Menschen fünf Schneidezähne besessen haben, daß daher drei verlorengegangen sind

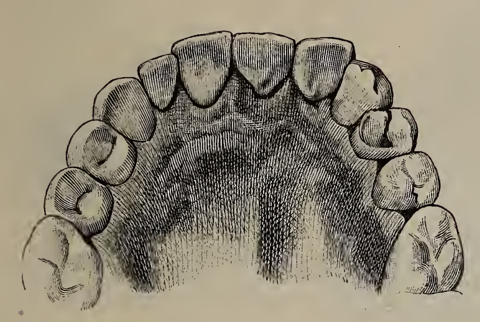


Fig. 296 (Scheff).
Drei große (zentrale) Schneidezähne im Oberkiefer; links fehlt der seitliche Schneidezahn; derselbe ist auch an anderen Stellen des Oberkiefers nicht nachweisbar.

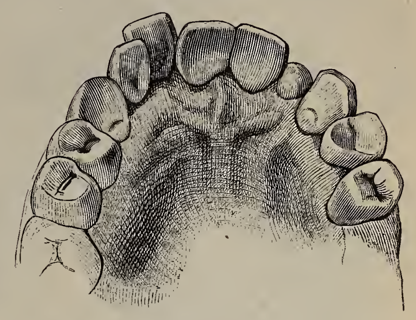


Fig. 297 (Scheff).
Supplementärer seitlicher Schneidezahn rechts oben, etwas außerhalb der Zahnreihe stehend; links an Stelle des seitlichen Schneidezahnes ein Zapfenzahn.

und atavistisch wieder in Erscheinung treten können. Hiermit wäre allerdings eine verwandtschaftliche Beziehung zu den Beuteltieren vorausgesetzt, eine Annahme, die durchaus im Bereiche der Möglichkeit liegt, da auch

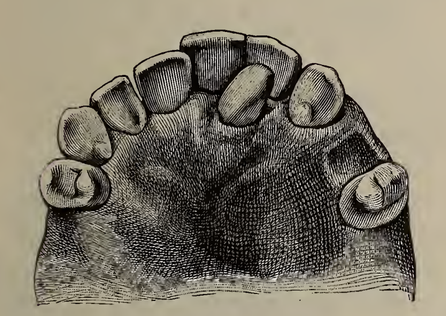


Fig. 298 (Scheff).
Supplementärer seitlicher Schneidezahn links oben lingualwärts zwischen mittlerem und seitlichem normalem Schneidezahn derselben Seite.

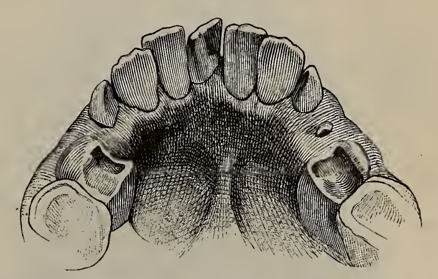


Fig. 299 (Scheff).
Supplementärer Schneidezahn zwischen den beiden mittleren unteren Schneidezähnen.

sogar entwicklungsgeschichtlich die Anlage eines vierten Schneidezahnes bei verschiedenen Säugetierformen (Pferd, Schwein, Tapir) festgestellt worden ist, eine Beobachtung, die jedenfalls zu denken gibt. Anderseits stehen der atavistischen Deutung doch sehr erhebliche Bedenken entgegen. Einen Einwand, das häufigere Auftreten der überzähligen Schneidezähne gegenüber den zuletzt geschwundenen Prämolaren, habe ich bereits erwähnt.

Es kommt nun, wie bereits erwähnt, weiter hinzu, daß überzählige Schneidezähne ganz besonders häufig im Oberkiefer, viel seltener im Unterkiefer auftreten, trotzdem der letztere im allgemeinen

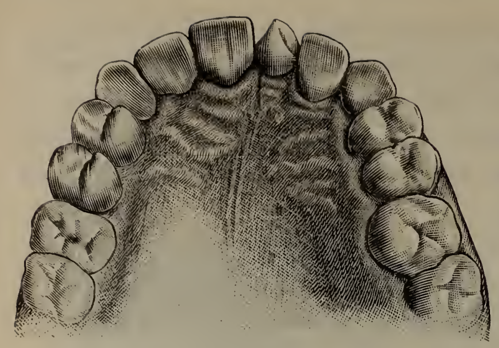


Fig. 300.
Griffelzahn statt des linken großen Schneidezahnes.

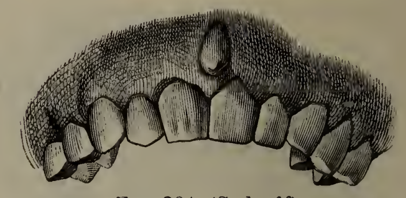


Fig. 301 (Scheff).
Überzähliger Zapfenzahn an der Labialfläche des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers zwischen den beiden mittleren Schneidezähnen.

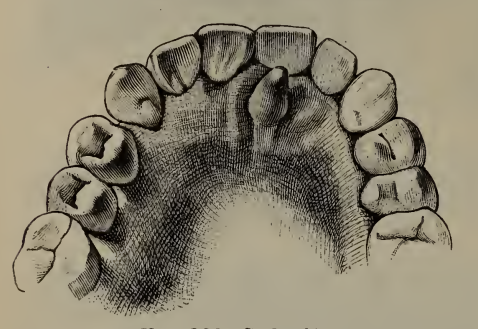


Fig. 302 (Scheff).
Überzähliger Zapfenzahn (Griffelzahn) an der Lingualfläche des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers, zwischen den beiden mittleren Schneidezähnen (etwas nach links gerichtet).

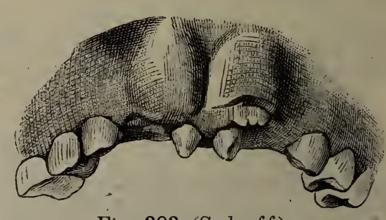


Fig. 303 (Scheff).
Zapfen-, der Form nach Griffelzähne (überzählige?) an Stelle der beiden mittleren Schneidezähne (Oberkiefer).

primitiveren Charakter bewahrt hat. Auch die Tatsache, daß überzählige Zähne unzweifelhaft viel häufiger im bleibenden als im Milchgebiß vorkommen, spricht gegen Atavismus, denn bekanntlich repräsentiert das Milchgebiß als die ontogenetisch frühere Reihe auch eine stammesgeschichtlich frühere Entwicklungsstufe, müßte also gerade derartige atavistische Erscheinungen häufiger aufweisen. Ganz verfehlt erscheint aber eine Annahme, die neuerdings von Bolk vertreten worden ist, daß nämlich allein die zwischen den mittleren Schneidezähnen vorkommenden Kegel- oder Höckerzähne auf Atavismus beruhen sollen (Fig. 300 bis 308).



Fig. 304 (Scheff).
Zapfenzahn an Stelle des zweiten Prämolaren links oben.

Unter Atavismus versteht man allgemein das plötzliche Wiederauftreten von Eigenschaften, die seit unzähligen Generationen verschwunden sind, das heißt es erscheinen alte Zustände in ihrer damaligen normalen Beschaffenheit wieder. Hiernach würden die Kegelzähne die normale Form der damaligen Zähne wiederholen. Dann müßte man aber schon auf reptilienartige oder noch frühere Vorfahren zurückgehen, was doch ganz unwahrscheinlich ist. Überhaupt hat diese Erklärung des Atavismus für das Gebiß keine Geltung. Sie wäre berechtigt, falls jeder Zahn selbständig entstehen würde, das ist aber nicht der Fall. Gerade der formgebende Teil der Zahnanlage, das Schmelzorgan, nimmt seinen Ursprung aus einer sämtlichen Zähnen gemeinsamen Matrix. Es ist daher nur schwer vorstellbar und kaum zu erwarten, daß ein kleiner, zunächst gar nicht abgrenzbarer Teil der Zahnleiste, aus welchem ein überzähliger atavistischer Zahn hervorgeht, die ursprüngliche Form desselben wiederholen würde. Rückschlagserscheinungen können sich daher im Gebiß nur durch die Zahl, niemals durch die Form äußern.

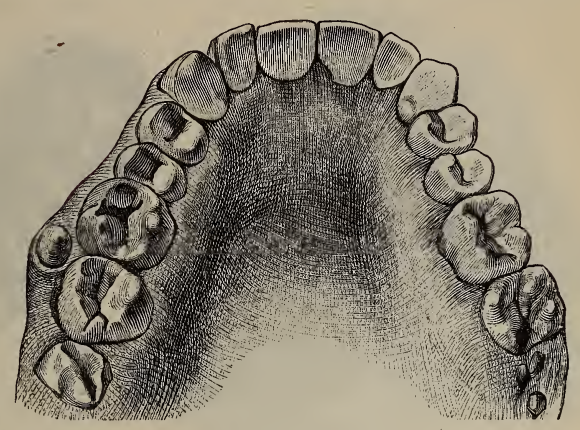


Fig. 305 (Scheff).
Überzähliger Zapfenzahn an der Bukkalfläche des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers (rechts).



Fig. 306 (Nessel).
Dütenförmiger überzähliger Zahn an Stelle des linken oberen mittleren Schneidezahnes, dieser nach links und außen verdrängt.

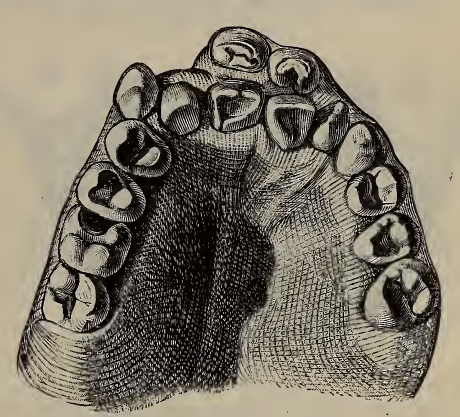


Fig. 307 (Sternfeld).
Ein überzähliger dütenförmiger Zahn an Stelle des fehlenden Eckzahnes rechts; zwei weitere solche überzählige Zähne vor den beiden mittleren Schneidezähnen.

Schon Busch hat übrigens darauf hingewiesen, daß die Einteilung in Kegel-, Höckerzähne und überzählige Zähne von typischem Bau keine scharfe ist, da Fälle vorkommen, in denen zweifelhaft ist, welcher Gruppe

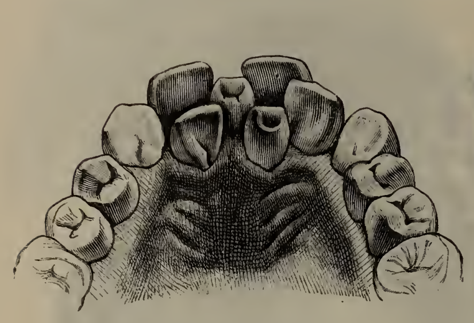


Fig. 308 (Scheff).
Zwei überzählige dütenförmige Zähne (besonders typische Form) im Bereiche der oberen Schneidezähne. Der linke mittlere und seitliche Schneidezahn stehen ziemlich normal, der rechte mittlere nach rechts, der rechte seitliche lingualwärts verdrängt.



Fig. 309 (Scheff).
Im Unterkiefer beiderseits ein supplementärer Prämolar zwischen erstem und zweitem Prämolar. Rechts bukkal-, links lingualwärts.

man den betreffenden Zahn zuweisen soll. Hieraus geht schon a priori hervor, daß auch in ihrer Entstehungsweise kein scharfer Unterschied wird gemacht werden können. Es kann vielmehr die verschiedene Form nur einen verschiedenen Entwicklungsgrad darstellen, wie ja auch oft an Stelle der zweiten Schneidezähne, die ja bekanntlich in allen Graden der Rückbildung vorkommen, aber auch an Stelle anderer Zähne sehr oft solche Zapfenzähne zu finden sind. Hier handelt es sich also ganz ohne Frage um Rückbildungserscheinungen, und so werden auch die überzähligen Kegel- und Höckerzähne in der Schneidezahngegend keine andere Deutung zulassen, als daß infolge Materialmangels die Entwicklung eines normalen typischen Schneidezahnes nicht hat zustande kommen können. Alle jene Annahmen, wonach sie die Urform des menschlichen Gebisses repräsentieren sollen, sind hinfällig und ohne jede tatsächliche Begründung.

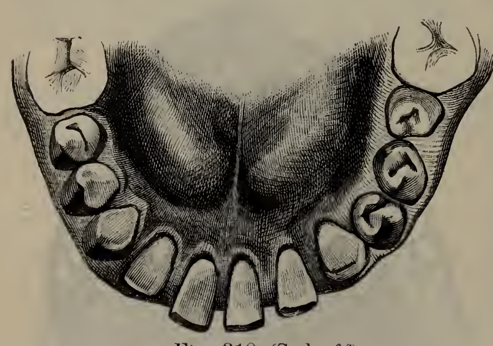


Fig. 310 (Scheff).
Ein supplementärer Prämolar links unten, hinter dem zweiten normalen Prämolaren.

Das schließt natürlich nicht aus, daß auch atavistische Zähne aus demselben Grunde in rudimentärer Form erscheinen könnten.

Alle diese Bedenken, die gegen die atavistische Deutung der überzähligen Zähne im Bereich der Schneidezähne erhoben werden können, treffen natürlich auch für die Prämolaren und Molaren zu, wenngleich überzählige Prämolaren aus den vorher erörterten Gründen noch am ehesten in diesem Sinne aufgefaßt werden könnten (Fig. 309 u. 310). Aber auch die gelegentlich beobachteten vierten Molaren hat man atavistisch zu deuten versucht, ebenfalls selbstverständlich mit Unrecht! Nur in dem Sinne könnte man hier vielleicht von Atavismus sprechen, als die Zahnleiste das ererbte Bestreben hat, nach hinten fortwachsend andauernd neue Zahnanlagen zu produzieren, was naturgemäß besonders leicht geschehen kann, wenn der Kiefer geräumig ist. Daher findet man auch vierte Molaren verhältnismäßig häufig in den kräftigen Kiefern niederer Rassen. Eine andere Bedeutung kommt diesen Befunden nicht zu.

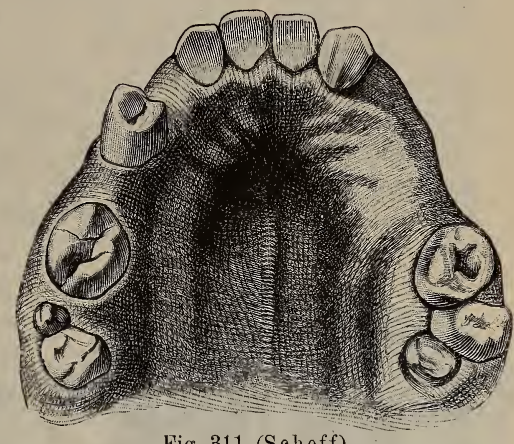


Fig. 311 (Scheff).
Supplementärer Molar links oben, hinten und etwas lingualwärts vom dritten (normalen) Molaren. (Rechts labialwärts ein überzähliger zapfenförmiger Zahn zwischen dem zweiten und dritten normalen Molaren.)



Fig. 312 (Scheff).
Supplementärer Eckzahn r. oben an der Zungenseite des normalen Eckzahnes, an Stelle des nach r. verdrängten rechten großen Schneidezahnes (eine Art Zapfenzahn); der r. seitliche Schneidezahn in Form eines Zapfenzahnes an der Lingualseite des r. mittleren Schneidezahnes; l. lingual hinter mittlerem und seitlichem Schneidezahn ein überzähliger Zapfenzahn.



Fig. 313 (Scheff).
Supplementärer Eckzahn links oben (an der Zungenseite des normalen Eckzahnes).

Eine besondere Besprechung verlangen die überzähligen Zähnchen auf der bukkalen Seite der Molaren (Fig. 311). Sie haben durch Bolk eine eigenartige Deutung erfahren und sollen im Anschluß an die überzähligen Höckerchen der Molaren ausführlich erörtert werden.

Daß im übrigen die überzähligen Zähne nicht immer atavistischen Ursprungs sein können, geht ohne weiteres allein schon daraus hervor, daß auch überzählige Eckzähne vorkommen, für die natürlich Atavismus nicht in Betracht kommen kann (Fig. 312 und 313).

Überzählige Zähne werden also ohne Frage aus verschiedenen Ursachen entstehen können. Daß gelegentlich auch einmal Atavismus vorliegen mag, soll ohne weiteres zugegeben werden, in der Mehrzahl der Fälle dürften aber andere Faktoren in Frage kommen. So können zufällige Ausläufer der Zahnleiste, wie schon Kollmann sehr richtig angenommen hat, eine weitere Differenzierung erfahren und zu ausgebildeten Zähnen werden. Es können Abspaltungen oder gar Teilung einer Anlage in einem so frühen Entwicklungsstadium eintreten, daß aus jedem Teil ein normaler Zahn entstehen kann. Schließlich scheint die besondere Häufigkeit überzähliger Zähne in der Schneidezahngegend des Oberkiefers doch vielleicht mit der Bildung des Zwischenkiefers in Beziehung zu stehen.



Fig. 314 (Kitt).

Fünfter Inzisivus auf beiden Seiten des Hinterkiefers (identisch mit dem Unterkiefer des Menschen) eines vier Wochen alten Kalbes.

Zum Schlusse darf nicht unerwähnt bleiben, daß überzählige Zähne auch durch pathologische Ursachen bedingt sein können, wenn auch dieser Faktor hier keine so große Rolle spielt wie bei der gleich zu besprechenden Unterzahl der Zähne. Insbesondere ist es der Kretinismus, bei welchem eine Vermehrung der Zähne beobachtet worden ist.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß überzählige Zähne häufig erblich auftreten. Es ist diese Tatsache leichtverständlich, da, wenn nicht durch mechanische Ursachen während der embryonalen Entwicklung eine Teilung und hierdurch eine Vermehrung der Zähne zustande kommt, die Überzahl eine Keimesvariation darstellt, deren Vererbung selbstverständlich ist. Derartige überzählige Zähne können dann in mehreren Generationen erscheinen, bis schließlich ihre Vererbungskraft erlischt und sie aus der individuellen Stammesgeschichte wieder schwinden.

Schließlich sei noch hinzugefügt, daß alle die vorbeschriebenen Anomalien, also typische Zähne, Kegel- und Höckerzähne, auch bei Tieren beobachtet worden sind. Fig. 314 zeigt den Unterkiefer eines Kalbes mit fünf Schneidezähnen auf jeder Seite.

Magitot und Bland Sutton (l. c.) berichten über eine große Anzahl von Anomalien bei Tierzähnen, welche mit jenen der Menschenzähne identisch genannt werden können. Über Zapfenzähne beim Tier hat zuerst Eichbaum berichtet. Derselbe publizierte im Jahre 1884 einen Fall von »abnormer Zahnbildung«, welche darin bestand, daß die Zangen (die mittleren unteren Schneidezähne) eines etwa fünf Jahre alten Rindes anstatt schaufelförmig zapfenförmig gebildet waren. Eingehendere Untersuchungen an den Gebissen neugeborner Kälber ergaben Eichbaum stets dasselbe Resultat, daß die Zangen sowohl des Milch- als des Ersatzgebisses stets die für den Rinderzahn charakteristische Meißel- oder Schaufelform besitzen. Abnorme Abnutzung war auszuschließen, und so konnte es sich nur um eine abnorme Zahnanlage handeln. Vielleicht, sagt Eichbaum, ist diese



Fig. 315 (Prietsch).
Rindskiefer mit zapfenförmigen Zangen (mittleren Schneidezähnen).



Fig. 316 (Prietsch).
Rindskiefer mit einem zapfenförmigen zweiten Inzisivus links; als vierte Inzisiven stehen noch die Milchzähne.

Bildung als atavistische zu betrachten und mit der Angabe Rütimeyers, wonach »das Inzisivgebiß bei Bos brachycerus schmal, die Inzisiven schlank und fein sind«, in Verbindung zu bringen.

Im Anschluß hieran bilde ich hier zwei Fälle ab, welche ich der Güte des Amtstierarztes R. Prietsch in Leipzig verdanke.

Der erste Fall (Fig. 315) entspricht dem von Eichbaum beschriebenen Fall so vollkommen, daß man ihn für identisch mit demselben halten könnte; während bei dem zweiten Fall (Fig. 316) nicht eine der Zangen, sondern der linksseitige zweite Inzisivus des Hinterkiefers die Zapfenform zeigt. Bei einem dritten, hier nicht abgebildeten Fall, welchen mir ebenfalls Amtstierarzt Prietsch zur Verfügung stellte, zeigt der rechtsseitige dritte Inzisivus dieselbe Anomalie. Ich will bei der gewiß sehr großen Bedeutung dieser drei respektive vier Fälle nicht unterlassen, zu bemerken, daß ich auf dieselben zuerst von Holländer in Halle a. d. S. aufmerksam gemacht wurde.

Die überzähligen Höcker und Zähnchen in der Mahlzahngegend des Menschen.

Im Anschluß an die Überzahl der Zähne soll noch kurz auf einige Anomalien eingegangen werden, die gerade in letzter Zeit von Bolk im Rahmen seiner mehrfach erwähnten Hypothesen und Theorien ausführlich behandelt worden sind.

Bei diesen Anomalien handelt es sich um überzählige Höcker respektive überzählige Einzelzähnchen, die mit einer gewissen Regelmäßigkeit an bestimmten Stellen der Molarengegend gefunden werden (Fig. 311, 317—320). Sie sind schon seit langem bekannt, mehrere Autoren haben auch bereits versucht, sie zu deuten, wenn auch nur gelegentlich, da ein genügendes

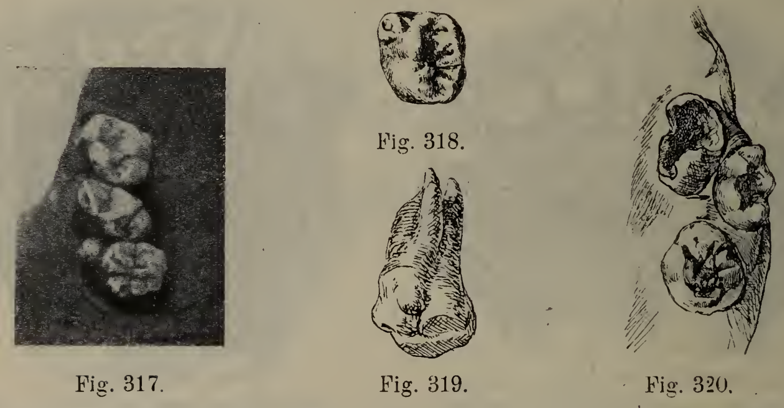


Fig. 317. Fig. 318. Fig. 319. Fig. 320.

Fig. 317, 318 Tubercula paramolaria an oberen, Fig. 319 an unteren Molaren. Fig. 320 Freier Paramolar zwischen zweiten und dritten oberen Molaren.

Material bisher nicht vorlag. Sie kommen vor, einmal in Form von überzähligen Höckern an der bukkalen Seite der zweiten und dritten Molaren, und zwar ist es, wie Bolk an seinem umfangreichen Material nachweist, stets der vordere bukkale Höcker, der das überzählige Höckerchen trägt. Bolk nennt dasselbe Tuberculum paramolare und stellt fest, daß dasselbe an M_2 häufiger als an M_3 zu finden ist. Nun kommen aber auch noch freie überzählige Zähnchen vor, und zwar lassen sich hier zwei Gruppen unterscheiden. Entweder steht das überzählige Zähnchen im Kieferbogen hinter dem dritten Mahlzahn, bisweilen ein wenig lingualwärts verschoben, oder die überzähligen Elemente stehen seitlich, und zwar bukkal von der Zahnreihe entweder im Winkel zwischen zweitem und drittem oder in jenem zwischen erstem und zweitem Mahlzahn. Bolk nennt die erste Gruppe Distomolaren, die zweite Paramolaren, und zwar Paramolaris I und II. Die Paramolaren sind identisch mit den Tubercula paramolaria. Paramolar I

entspricht dem Tuberculum paramolare am zweiten, Paramolar II demjenigen am dritten Molaren.

Im Gegensatz zu den Höckern kommt aber Paramolar II häufiger vor als Paramolar I. Am ersten Molaren kommen weder freie Zähnchen vor, noch akzessorische Höckerchen.

Die Distomolaren sind prinzipiell verschiedene Bildungen, denn sie und die Paramolaren können gleichzeitig vorhanden sein, sie können aber auch als Höcker in Erscheinung treten, finden sich dann aber an der Innenseite der Molaren, und zwar meistens an der hinteren Hälfte.

Im Unterkiefer sind freie überzählige Molaren in der Form der Distomolaren sehr selten, als Paramolaren gar nicht beobachtet worden, auch Bolk hat solche nicht gefunden. Dagegen fehlte es nicht an Molaren mit Tubercula paramolaria, wenn diese Höckerchen auch hier viel seltener vorkommen als am Oberkiefer.

Nach Bolk kommen also diese akzessorischen Höckerchen und Zähnchen am ersten Molaren niemals vor. Dieses soll ein neuer bedeutungsvoller Beweis dafür sein, daß der erste Molar des Menschen der umgewandelte letzte Milchmolar der Platyrrhinen ist. Der zweite und dritte Molar der Katarrhinen und des Menschen gehören dagegen zur zweiten Dentition, während die Tubercula paramolaria und die freien Paramolaren Reste der unterdrückten ersten Dentition sein sollen, indem letztere selbständig bleiben, während die ersteren mit ihrem Nachfolger verschmolzen sind. Die Distomolaren entsprechen dagegen ebenso wie die nicht selten beobachteten vierten Molaren dem letzten Mahlzahn der Platyrrhinen.

Auch diese Hypothese halte ich für verfehlt und habe dieses in mehreren Arbeiten, auf die ich hiermit verweise, nachzuweisen versucht. Die Hypothese steht und fällt mit dem Nachweis, daß der erste Molar der Katarrhinen und des Menschen in der Tat ein umgewandelter Milchmolar ist. Hierfür liegt auch nicht die Spur eines einwandfreien Beweises vor. Selbst die angebliche Tatsache, daß am ersten Molaren Paramolaren und Tubercula paramolaria nicht vorkommen sollen, ist nicht unbestritten. Zuckerkandl hat in diesem Handbuch einen solchen Höcker an einem ersten Molaren beschrieben und abgebildet, und in meiner Sammlung befindet sich ebenfalls der Abguß eines Unterkiefers, in welchem offenbar ein erster Molar ein Tuberculum paramolare trägt. Zwar fehlen in diesem Kiefer der zweite und dritte Molar, aber der Form nach ist es ein erster Molar, außerdem steht er so dicht an den Prämolaren, daß der zweite Prämolar keinen Platz gefunden hat und eine sehr gedrängte Stellung zustande gekommen ist, ganz so, wie wir es finden, wenn der zweite Milchmolar frühzeitig extrahiert und der erste Molar nach vorn gerückt ist. Die Deutung dieses Molaren als ersten scheint mir daher sicher. Hier-

durch wäre allein die Hypothese Bolks widerlegt. Außerdem kommen diese Höckerchen auch in der Mehrzahl vor. Auch hierfür besitze ich Beweise in meiner Sammlung, und auch dieses spricht dagegen, daß wir es mit Resten einer früheren Dentition zu tun haben. Es erhebt sich aber die Frage, was dieselben dann bedeuten und warum sie hauptsächlich am zweiten und dritten Molaren und gerade nur am vorderen Höcker vorkommen.

Ich habe hierfür folgende Erklärung zu geben versucht, ohne dabei zu verkennen, daß dieselbe ebenfalls hypothetisch ist. Sie setzt aber voraus, was meiner Ansicht nach unbezweifelbar ist, daß der M_1 der Katarrhinen und der Menschen derselben Dentition angehöre wie die beiden anderen Molaren, somit ein echter Mahlzahn und dem M_1 sämtlicher übrigen Säugetiere homolog ist. Es ist bekannt, daß M_1 sich direkt im Anschluß an das Milchgebiß anlegt, während zwischen der Anlage von M_1 und M_2 und von M_2 und M_3 beim Menschen im Gegensatz zu den Affen ein längerer Stillstand in der Entwicklung eintritt. Es ist aber gut denkbar, daß in solchem Falle die Zahnleiste auch in der Zwischenzeit ihre Tätigkeit nicht vollständig einstellt. Es kann dann zur Ausbildung einer weiteren Zahnanlage kommen, die entsprechend den Raumverhältnissen und der eingeschränkten Produktionsfähigkeit natürlich nur klein und rudimentär sein kann. Entwickelt sich diese Anlage in einem entsprechenden räumlichen und zeitlichen Intervall von derjenigen des M_2 und M_3, so kann ein selbständiges Zähnchen entstehen; fehlt ein genügender Zwischenraum, so gelangt sie in den Bereich der sich kräftig entwickelnden Anlage der Molaren und verschmilzt mit diesen. Daher muß ein überzähliges freies Zähnchen auch stets in dem Zwischenraum, ein Tuberculum paramolare am vorderen bukkalen Höcker zu finden sein, denn phylogenetisch betrachtet wird auch das Höckerchen stets dem sich ja zuerst entwickelnden vorderen Außenhöcker entsprechen und stets auf der labialen, niemals auf der lingualen Seite vorkommen müssen. Hierdurch würde auch die Tatsache gut erklärt werden, daß freie überzählige Zähnchen häufiger am M_3 beobachtet werden, da zwischen der Anlage von M_2 und M_3 ein längerer Zwischenraum liegt, so daß die Gelegenheit zu selbständiger Entwicklung derartiger überzähliger Keime weit günstiger wäre. Auch die Beobachtung, daß im Unterkiefer freie Zähnchen überaus selten zu finden sind, würde durch die Raumverhältnisse in diesem, seine geringe labio-linguale Ausdehnung und die Begrenzung nach hinten durch den aufsteigenden Ast eine plausible Erklärung finden.

Es wäre hiernach nicht ausgeschlossen, daß unter besonders günstigen Umständen die Zähnchen auch in der Form von Molaren erscheinen könnten. Und das ist auch in der Tat der Fall. Fig. 311 u. 320 zeigen je einen solchen kleinen, aber typischen Molaren zwischen M_2 und M_3.

Bezüglich der sogenannten Distomolaren brauche ich nichts hinzuzufügen. Sie entsprechen den auch sonst beobachteten vierten Molaren, nur in stark rückgebildetem Zustande. Daß sie mit dem letzten Molaren der Platyrrhinen nichts zu tun haben, ergibt sich aus meinen vorherigen Ausführungen. Die freien überzähligen Zähnchen zwischen M_1 und M_2 einerseits, zwischen M_2 und M_3 anderseits sind daher nicht die Vorgänger der zweiten und dritten Mahlzähne, sind nicht Md_2 und Md_3, sondern sie wären am besten als Ma und Mb zu bezeichnen, womit ausgedrückt werden soll, daß sie eine besondere Individualität darstellen, und daß ihnen auch ein bestimmter Platz im Gebiß zukommt. Ihre Entstehung ist bedingt durch die besonderen Verhältnisse der Zahnentwicklung im hinteren Ende des menschlichen Kiefers. Entsprechend sind dann die akzessorischen Höckerchen an M_2 und M_3 zu beurteilen.

Auch aus dieser Erklärung geht hervor, das möchte ich noch besonders hinzufügen, daß und warum im Bereiche des ersten Molaren diese Gebilde nicht vorkommen können.

Mir erscheint diese Deutung der Befunde wahrscheinlicher zu sein als die Hypothese Bolks, die auf ganz unannehmbaren Voraussetzungen aufgebaut ist.

Unterzahl der Zähne.

Sind im Milchgebiß des Menschen weniger als 20, im bleibenden Gebiß weniger als 32 Zähne vorhanden, so sprechen wir von einer Unterzahl desselben. Diese Unterzahl kann eine wirkliche sein, wenn der fehlende Zahn nicht angelegt ist, oder während der Entwicklung rückgebildet wurde. Sie ist eine scheinbare, wenn der Zahn zwar vorhanden, aber aus irgendeinem Grund nicht durchgebrochen ist. Welche Art von Unterzahl vorliegt, kann heute leicht durch die Röntgenphotographie entschieden werden. Es können einzelne Zähne oder auch ganze Gruppen, ja sogar die ganze Zahnreihe fehlen.

In der Literatur ist eine große Anzahl von Beobachtungen über eine Unterzahl im Gebiß niedergelegt (Fig. 321—324). Am interessantesten ist wohl der von Wieting in Konstantinopel beobachtete Fall von vollständiger Zahnlosigkeit bei einem sonst gesunden und normalen zwölfjährigen Knaben. Auch radiologisch waren Zahnkeime weder für das Milchgebiß noch für die bleibende Reihe nachweisbar.

Die wirkliche Unterzahl kann auf pathologischer Grundlage beruhen; sie kann stammesgeschichtlich bedingt sein, oder sie kann schließlich ebenso wie eine Überzahl der Zähne eine individuelle Variation darstellen.

Dependorf gibt als pathologische Ursachen der Unterzahl folgende an:

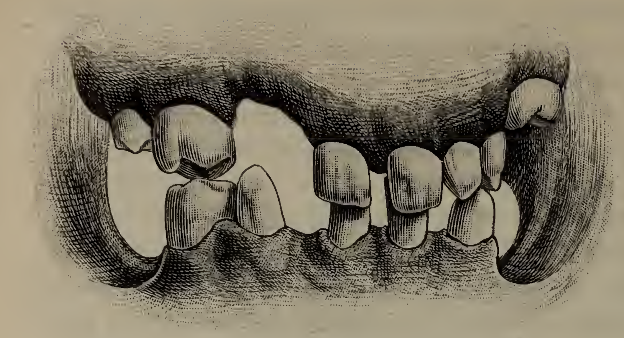


Fig. 321.
Männliches Individuum, 16 Jahre. Artikulation nur bei den Schneidezähnen, sonst Unterzahl (Scheff).

I. Ursachen in Form lokaler Wirkungen im direkten Bereich der Kiefer:

a) Zerstörung des Zahnkeimes durch äußere mechanische Eingriffe, Operationen, Extraktionen, durch Traumata, Verletzungen aller Art;

b) Dystrophien infolge chronischer Entzündungen der Kiefer.

II. Ursachen in Form konstitutioneller Erkrankungen:

a) allgemeine Störungen in der Entwicklung und Ernährung des gesamten Organismus;

b) spezielle Störungen in der Knochen- und Zahnentwicklung.

III. Ursachen in Form trophoneurotischer Störungen.

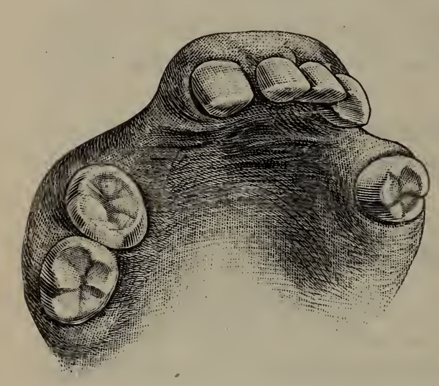


Fig. 322.
Oberkiefer desselben Individuums. Unterzahl.

Daß eine Zerstörung der Zahnkeime durch äußere mechanische Eingriffe zustande kommen kann, liegt auf der Hand. Jede gröbere Verletzung, die den Alveolarfortsatz zerstört, muß natürlich auch die in ihm sich entwickelnden Zahnkeime treffen und dieselben eventuell vernichten. Doch ist eine Entfernung einzelner Zahnkeime auch auf andere Weise möglich. Verhältnismäßig häufig fehlen einzelne Prämolaren. Allem Anschein nach handelt es sich um eine wirkliche Unterzahl, da die Röntgenphotographie einen negativen Befund ergibt. Und trotzdem dürfte nur eine scheinbare Unterzahl vorliegen. Bei der Extraktion der Milchmolaren passiert es nicht allzuselten, daß die Keime der bleibenden Prämo-

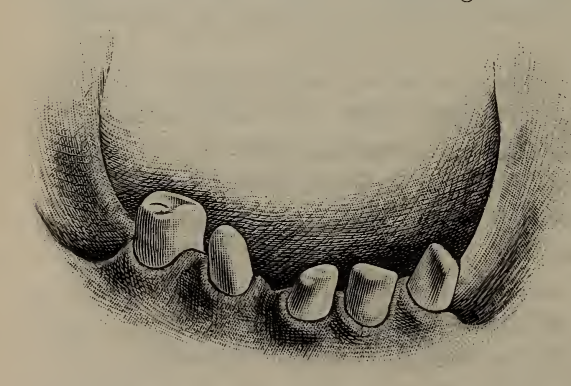


Fig. 323.
Unterkiefer desselben Individuums.

laren, die sich ja zwischen den Wurzeln ihrer Vorgänger entwickeln, mit herausbefördert werden. Der betreffende Zahn fehlt dann natürlich im bleibenden Gebiß und kann eine echte Unterzahl vortäuschen. Die Entscheidung, worum es sich handelt, ist meist nicht schwer. Der bilateral symmetrische Bau des Menschen bedingt es, daß nicht allein normalerweise die eine Seite das Spiegelbild der anderen ist, sondern daß auch alle Störungen allgemeiner Natur in beiden Kiefern in gleicher Weise zum Ausdruck kommen. Die Symmetrie in dem Aufbau der einzelnen Zähne geht sogar so weit, daß jeder, auch die kleinsten Strukturfehler die Zähne beider Seiten betreffen, so daß, wenn infolgedessen einer erkrankt, der andere gewöhnlich an derselben Stelle kariös wird.

Fehlt daher ein Prämolar und liegt sonst keine Ursache für die Unterzahl vor, während auf der anderen Seite ein wohlausgebildeter normaler Zahn vorhanden ist, so liegt der Verdacht zum mindesten sehr nahe, daß sein Keim bei der Extraktion seines Vorgängers mit entfernt worden ist. Bei den anderen Zähnen ist diese Möglichkeit nicht gegeben, da die Anlagen der Ersatzzähne nicht so gelagert sind, daß sie bei der Entfernung des Milchzahnes mit herausbefördert werden können.

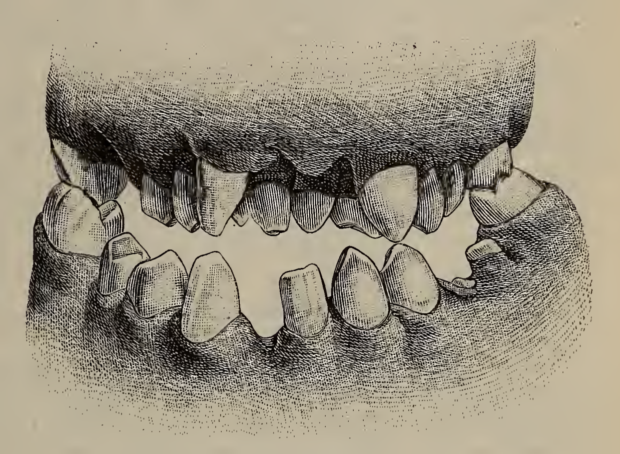


Fig. 324.
Männliches Individuum, 24 Jahre. Artikulation bloß in den Molaren, offener Biß. Im Unterkiefer Unterzahl (Scheff).

Daß infolge chronischer oder auch akuter Entzündungen der Kiefer auch die Keime der Zähne zerstört werden können, liegt auf der Hand. Komplizierter liegen die Verhältnisse bei den Folgen konstitutioneller Erkrankungen. Hier handelt es sich nicht um eine nachträgliche Zerstörung normal angelegter Zahnkeime, sondern um Hemmungsvorgänge, welche zur Reduktion einzelner oder gar sämtlicher Zahnanlagen führen können.

Es ist eine Reihe von Erkrankungen in diesem Sinn angeführt worden, wie Rachitis, Skrofulose, Lues congenita, Kretinismus. Daß dieselben einen schädigenden Einfluß auf die Entwicklung der Zähne ausüben, steht wohl unbestritten fest, und werden wir uns in dem Abschnitt über die Hypoplasien der Zähne noch ausführlicher hiermit beschäftigen. So liegt es nahe, daß auch gelegentlich eine völlige Reduktion einzelner Anlagen vorkommen

kann. Wenigstens ist eine ganze Reihe von Fällen beobachtet worden, die eine andere Erklärung kaum zulassen. Ob es sich aber um einen vollständigen Ausfall einzelner Zähne oder Zahngruppen handelt oder nur um eine Verkümmerung und schließliche Unterdrückung der betreffenden Anlagen, wird sich kaum jemals einwandfrei feststellen lassen. Kommen allerdings weder Milch- noch Ersatzzähne zum Vorschein, sind dieselben auch röntgenologisch nicht feststellbar, dann muß wohl an eine Nichtanlage gedacht werden.

Im übrigen ist eine Abhängigkeit der beiden Dentitionen voneinander nicht feststellbar. Den Milchzähnen brauchen nicht unbedingt Ersatzzähne zu folgen, und letzteren brauchen nicht notwendig Milchzähne voranzugehen. Es hängt wohl von besonderen uns unbekannten Faktoren ab, welche Dentition von dem schädigenden Agens betroffen wird.

Seit langem bekannt sind die Beziehungen zwischen abnormer Behaarung und mangelhafter Bezahnung. Schon normalerweise sind auch bei Tieren solche Beziehungen zwischen den verschiedenen epidermoidalen Gebilden vorhanden. Nicht hierher gehören wohl die oft als Beispiel angeführten Bartenwale. Bei ihnen sind Haar- und Zahnlosigkeit Anpassungserscheinungen an das Wasserleben, bei den Edentaten aber stehen Haarreichtum und Haarlosigkeit doch wohl in einer gewissen Korrelation zu der mangelhaften Zahnbildung. Bekannt ist auch der haarlose Hund der Türkei, der nur vier Molaren und einige unvollkommene Schneidezähne besitzt.

So ist auch beim Menschen echte Unterzahl im Gebiß nicht selten mit Veränderungen der Haare, sei es Hyper- oder Hypotrichosis, und mit Anomalien der Nägel und Hautanhänge vergesellschaftet. Es handelt sich hierbei nach den neuesten Forschungen um trophoneurotische Störungen der Hautanhänge, die durch irgendwelche Erkrankungen oder auch nur Reizzustände der peripheren Nerven bedingt werden.

R. Parreidt hat bereits 1863 den 13jährigen Haarmenschen Fedor Jeftichgew untersucht. Er fand im Oberkiefer nur zwei, im Unterkiefer drei schlecht entwickelte Zähne. Ähnliche Beobachtungen sind mehrfach niedergelegt worden, und noch neuerdings hat Christ einen Fall eines 13jährigen Knaben beschrieben, in welchem bei hochgradiger angeborner Hypotrichosis und vollständigem Fehlen der Schweißdrüsen nur zwei Zähne im Oberkiefer vorhanden waren.

Eine Beteiligung auch des zentralen Nervensystems läßt es erklärlich erscheinen, daß kongenitale Defekte der Zahnbildung und der Behaarung auch bei Idiotie und ähnlichen Zuständen beobachtet worden sind.

Außer dieser durch pathologische Einwirkungen bedingten Unterzahl der Zähne kommt nun noch eine Verringerung der Zahnzahl vor, die phylo-

genetischen Ursprungs ist. Sie ist schon im vorhergehenden Abschnitt behandelt, und es sind dort auch bereits die Ursachen erörtert worden, die diese Umbildung des Gebisses hervorgerufen haben und heute noch im Gange halten. Wahrscheinlich ist das Primäre eine progressive Verkürzung der Kiefer, die nicht allein beim Menschen, sondern auch bei vielen Säugetieren seit undenklichen Zeiten tätig ist und eine Verringerung der Zahnzahl mit sich führen muß. Es ist dort auch bereits auf die Beziehung der Verkürzung der Kiefer zu der progressiven Entwicklung des Gehirns hingewiesen worden, die vielleicht von ausschlaggebender Bedeutung für die Stellung des Menschen in der Natur geworden ist. Erst neuerdings ist noch von Richter gezeigt worden, wie durch die Änderung des Kaumechanismus, insbesondere durch die Verringerung der Kaumuskelmasse, die Vergrößerung des Gehirnschädels zustande gekommen ist. Vor allem sind es zwei Zähne, die auf dem Aussterbeetat zu stehen scheinen: die seitlichen oberen Schneidezähne und die Weisheitszähne, die in allen Graden der Rückbildung bis zum vollständigen Schwund vorkommen. Sie scheinen in erster Linie der Verkleinerung des Gesichtsschädels zum Opfer zu fallen. Von Röse ist seinerzeit darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Rückbildung dieser Zähne bei den höherstehenden europäischen Rassen im allgemeinen weiter vorgeschritten zu sein scheint als bei den tiefer stehenden außereuropäischen Menschenrassen, und er hat dieses durch die höhere Entwicklung des Gehirns bei ersteren zu erklären versucht. Dieses scheint mir nun doch fraglich zu sein. Ich möchte die häufigere Reduktion des zweiten Schneidezahnes und des dritten Molaren bei diesen eher, wie ich schon vorher ausgeführt habe, auf die mannigfachen Einwirkungen pathologischer Natur, die man allgemein als Entartung bezeichnet, zurückführen. Zweifellos sind diese Einwirkungen nicht imstande, einen normalen Zahn mitten ausgeschlossener Zahnreihe zu entfernen oder auch nur anzugreifen. Wenn aber die stammesgeschichtliche Rückbildung eines Zahnes im Gang ist, so kann dieselbe sicherlich hierdurch beschleunigt werden, so daß sehr wohl eine Differenz in dieser Beziehung zwischen den verschiedenen Rassen entstehen kann.

Es fragt sich nun, ob nicht noch andere Zähne des menschlichen Gebisses sich auf dem Wege der Reduktion befinden. Tatsächlich sehen wir, daß auch andere Zähne offenbar an Größe abgenommen haben. So ist der zweite obere Prämolar kleiner als der erste, was sich auch in der gewöhnlich einfachen Wurzel ausspricht, während P^1, P^2 meistens zwei, in seltenen Fällen sogar drei Wurzeln besitzt, ein Zustand, der beim Affen die Regel ist. Auch die mittleren unteren Schneidezähne sind kleiner als die seitlichen. Allerdings kann beides lediglich eine Folge der mechanischen Beanspruchung sein, mithin eine Differenzierung bedeuten. Wir finden aber in nicht seltenen Fällen, daß sowohl die zweiten Prämolaren als auch die

mittleren unteren Schneidezähne in der Tat fehlen, daß aber an ihrer Stelle noch ihre Vorgänger vorhanden sind. Hierdurch erhält diese Tatsache doch ein anderes Gesicht, sie läßt sich aber nur näher erörtern im Zusammenhang mit der sogenannten Persistenz der Milchzähne.

Das Stehenbleiben von Milchzähnen.

Unter Persistenz von Milchzähnen versteht man die Tatsache, daß Zähne der ersten Dentition mehr oder weniger lange Zeit über die physiologische Altersgrenze hinaus im Munde funktionieren. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß die Zeit, innerhalb welcher der Zahnwechsel vor sich geht, nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen ist, und daß von einer Persistenz erst dann gesprochen werden darf, wenn ein verspäteter Zahnwechsel nicht mehr in Frage kommt.

Auf die Ursachen, die ein Stehenbleiben der Milchzähne herbeiführen können, im einzelnen an dieser Stelle einzugehen, würde zu weit führen. Ich verweise auf die im zahnärztlichen Institut Greifswald angefertigte Arbeit von Seiffert, der das Problem ausführlich behandelt hat. Hier sollen nur die für unsere Betrachtung wichtigen Punkte erörtert werden.

Die Resorption der Milchzahnwurzeln, die ihren Ausfall bedingt, hängt wenigstens prinzipiell von der Anwesenheit der Nachfolger ab. Fehlt derselbe oder ist er an falscher Stelle gelagert, so daß der Milchzahn nicht in den Bereich der resorbierenden Wirkung gelangt, so findet im allgemeinen die Resorption der Wurzel nicht statt und der Zahn bleibt zunächst erhalten. Alle Zähne können gelegentlich persistieren, häufiger findet man aber hiervon die seitlichen oberen Schneidezähne, die oberen Eckzähne, die mittleren unteren Schneidezähne und die zweiten Milchmolaren erhalten.

Daß der zweite obere Milchschneidezahn persistieren kann, wird nicht wundernehmen, da wir wissen, daß sein Nachfolger oft fehlt. Auch bezüglich des Eckzahnes sind wir über die Gründe, die zu seiner Persistenz führen, nicht im dunkeln. Wir wissen, daß derselbe oft an falscher Stelle durchbricht, oft retiniert wird, so daß aus diesen Gründen die Resorption des Milcheckzahnes unterbleibt. Ein Fehlen der bleibenden Eckzähne gehört zu den größten Seltenheiten. Etwas anders liegt die Sache aber bei den unteren mittleren Schneidezähnen (Fig. 325) und den zweiten Prämolaren. Auch bei ihnen beruht die Persistenz in den meisten Fällen auf dem Fehlen eines Nachfolgers. Im allgemeinen wird angenommen, daß der zweite Milchmolar häufiger persistiert; nach der sehr sorgfältigen Arbeit von Seiffert scheint es aber doch so, als ob der mittlere untere Schneidezahn häufiger davon betroffen wird, das heißt mit anderen Worten, daß die bleibenden unteren ersten Schneidezähne häufiger fehlen. Diese Erscheinung würde

dann dem Fehlen der zweiten oberen Schneidezähne entsprechen, wie ja überhaupt im Unterkiefer das umgekehrte Verhältnis wie im Oberkiefer herrscht, indem hier auch der mittlere Schneidezahn kleiner als der seitliche ist. Hiernach könnte man annehmen, daß eine Reduktion auch der mittleren unteren Schneidezähne im Gange ist.

Auch das Fehlen der zweiten Prämolaren könnte nun als beginnende Rückbildung angesprochen werden, um so mehr als, wie schon erwähnt, auch sonst der zweite Prämolar, wenigstens im Oberkiefer, kleiner als der erste ist. Im Unterkiefer ist wiederum das Umgekehrte der Fall, insofern der zweite Prämolar nicht allein größer als P_1, sondern oft sogar direkt molarenähnlich gebaut ist. Trotzdem aber scheint die Persistenz des zweiten Milchmolaren im Unterkiefer häufiger zu sein, eine Tatsache, die der Annahme einer beginnenden Reduktion nicht unerhebliche Schwierigkeiten bereitet.



Fig. 325 (Scheff).
Persistieren der beiden unteren mittleren Milchschneidezähne; vermutlich Retention der entsprechenden bleibenden Zähne.

Die Persistenz der zweiten Milchmolaren hat nun Bolk zu seiner bekannten eigenartigen Hypothese benutzt.

Er geht von der Tatsache aus, daß die Vorfahren des Menschen ursprünglich vier Prämolaren gehabt haben müssen. Die Verminderung auf die zwei der katarrhinen Affen und des Menschen soll nun in folgender Weise zustande gekommen sein:

Zunächst ist der vorderste Prämolar P_1 ausgefallen; hierfür liegen ausreichende paläontologische Beweise vor. Die Reduktion der übrigen drei Prämolaren auf zwei ist jedoch entgegen der herrschenden Ansicht, wonach auch hier ein weiterer vorderer Prämolar, also P_2, geschwunden ist, in anderer Weise vor sich gegangen. Das Gebiß des Menschen und der Katarrhinen ist aus dem der Platyrrhinen dadurch entstanden, daß bei letzteren der dritte und letzte Molar und ebenso der dritte und letzte Prämolar P_4 geschwunden sind, während Pd_4 seinen Charakter als Milchzahn verloren hat und zu einem persistenten Zahn geworden ist; somit wäre Pd_4, der letzte Milchmolar bei den Platyrrhinen, dem M_1 der Katarrhinen homolog, der M_1 der Platyrrhinen wäre gleich dem M_2 der Katarrhinen und der M_2 der ersteren gleich dem M_3 der letzteren. Für den M_3 der Platyrrhinen würde zunächst ein Homologon fehlen. Dasselbe wäre nach Bolk in dem vierten Molaren der Anthropomorphen und des Menschen zu suchen, der gelegentlich zur Beobachtung gelangt.

Als Zwischenglied zwischen dem ursprünglichen platyrrhinen und dem katarrhinen Gebiß wäre das der Hapaliden anzusehen, da bei ihnen

bereits M_3 konstant fehlt, während die zweite Phase der Progression von Pd_4 zu M_1 noch nicht durchlaufen ist.

Im Gebiß des Menschen ist aber eine weitere Differenzierung im Gange. Es schwindet der letzte Prämolar, während der zweite Milchmolar zu einem persistierenden Zahn wird, und M_3 Neigung hat, auszufallen. Das Zukunftsgebiß würde also aus einem Prämolaren und drei Molaren bestehen, in welchem dann $P_1 = P_2$, M_1 und $M_2 = P_3$ und P_4, $M_3 = M_1$ der Platyrrhinen gleichzusetzen wäre.

Es würde zu weit führen, auf die ganze Hypothese Bolks näher einzugehen. Ich habe mich in mehreren Arbeiten mit derselben ausführlich auseinandergesetzt und kann nur hierauf verweisen. Mir scheint ein Beweis nach keiner Richtung hin erbracht zu sein, weder daß der bleibende zweite Prämolar sich auf dem Wege der Rückbildung befindet, noch vor allem daß der Milchmolar im Begriffe ist, ein bleibender Zahn zu werden. Noch weniger wahrscheinlich ist die von Bolk angenommene Umwandlung des Platyrrhinengebisses in das heutige Gebiß der Katarrhinen. Hier hat insbesondere Gregory nachgewiesen, daß das Gebiß der Hapaliden in keiner Weise für die Hypothese Bolks in Anspruch genommen werden darf.

Ohne Frage liegen hier Erscheinungen vor, die der Erklärung noch bedürfen. Es hat in der Tat den Anschein, als ob die Persistenz der zweiten Milchmolaren und das Fehlen ihrer Nachfolger häufiger ist, als daß es als individuelle Variation zu betrachten wäre. Die Erklärung, daß hierdurch eine allmähliche Rückbildung dieser Zähne eingeleitet würde, wäre auch wenigstens für die oberen Prämolaren nicht unmöglich, da wir bei ihnen auch sonst Zeichen antreffen, die vielleicht als Erscheinungen einer beginnenden Reduktion gedeutet werden können (geringere Größe, einfache Wurzel). Allerdings könnte es sich auch um eine weiter gehende Differenzierung, um eine Spezialisation handeln. Bekanntlich ist es vielfach sehr schwer, eine sichere Entscheidung nach der einen oder der anderen Seite hin zu treffen.

Dagegen ist der zweite Prämolar des Unterkiefers sicher ein außerordentlich kräftiger Zahn, der öfter sogar molarenähnliche Form annimmt und niemals Zeichen von Rückbildung aufweist.

Die Hypothese Bolks ist ohne Frage sehr geistreich und anregend, aber ohne ausreichende Beweiskraft.

Eine ähnliche Theorie hat übrigens schon früher Eckermann aufgestellt. Ausgehend von der Tatsache, daß der Eckzahn sehr häufig retiniert ist, während der seitliche Schneidezahn ebenso oft reduziert ist, respektive ganz fehlt, nimmt dieser Autor an, daß nicht, wie bisher angenommen, Platzmangel an der Retention des Caninus schuld ist, sondern sein Bestreben, an die Stelle des dem Untergang geweihten zweiten Schneidezahnes zu treten. Er strebt aktiv darnach, den Platz dieses Zahnes einzunehmen. Durch

die veränderte funktionelle Beanspruchung geht er in Meißelform über, während der nunmehr an die Stelle des Eckzahnes tretende Prämolar seine zweihöckerige Form verliert und einzpitzig wird. Ähnliche Vorgänge sollen schon mehrmals in der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Primatengebisses eingetreten sein und zu der fortschreitenden Verringerung der Zahnzahl geführt haben.

Auch gegen diese Hypothese lassen sich sehr erhebliche Einwände anführen. Insbesondere erscheint es undenkbar, daß der Eckzahn da, wo er funktionell von Wert ist und ein wichtiges Glied der Zahnreihe darstellt, einer derartigen Umwandlung unterliegen soll. Wird er aber nicht gebraucht, so verkümmert er, wie wir es vielfach beobachten können; dann liegt auch kein Bedürfnis vor, daß er durch einen Prämolaren ersetzt wird.

Ohne Frage liegen gerade, was die allmähliche Verringerung der Zahnzahl anbetrifft, sehr interessante Probleme vor. Ist doch sogar die Ansicht vertreten worden, daß der Mensch der Zukunft zahnlos sein wird. Das ist natürlich ein Unding. Die stammesgeschichtliche Verkürzung der Kiefer und die Verringerung der Zahnzahl bedeutet an sich keine funktionelle Verschlechterung des Kauapparats, und auch die durch Mangel an Gebrauch bedingten Rückbildungserscheinungen werden über ein gewisses Maß, das durch die zu leistende Arbeit bestimmt wird, nicht hinausgehen können. Wenn auch der Kulturmensch seinen Zähnen weit weniger zuzumuten braucht als der Eiszeitmensch oder die Naturvölker der Gegenwart, entbehren wird er dieselben niemals können.

Eine scheinbare Unterzahl bezeichnet man als Retention. In diesem Falle sind die Zähne zwar angelegt, aber aus irgendwelchen Gründen gar nicht oder doch so spät zum Durchbruch gelangt — vielleicht wenn der den Durchbruch verhindernde Zahn in höherem Lebensalter entfernt ist —, daß man nicht mehr von einer Dentitio tarda sprechen kann.

Luniatschek gibt folgende Ursachen für eine Retention an:

1. Primäre Verlagerung des Zahnkeimes:
   a) Die Zahnkeime liegen vom Ort des Durchbruches so weit ab, daß die die Austreibung aus dem Kiefer bewirkenden Kräfte nicht ausreichen, den Durchbruch rechtzeitig zu bewerkstelligen.
   b) Die Zahnkeime liegen nicht in der Richtung der Durchbruchsbahn. Der retinierte Zahn kann sich in Querlage oberhalb der Wurzeln der übrigen schon durchgebrochenen Zähne befinden und durch diese an seinem weiteren Vorrücken verhindert werden.
   c) Die Entwicklungsbahn des Zahnkeimes kann in der Richtung quer zum Alveolarfortsatz liegen, mithin der Durchbruch nach dem Kiefer oder der Nasenhöhle, nach dem Gaumen, nach der Zungen-, der Fazialseite zu erfolgen, soweit überhaupt die Möglichkeit eines Durchbruches vorhanden ist.

2. Behinderung des Zahndurchbruches:

a) Durch Verbildung des Zahnkeimes mit folgender Zwillingsbildung, Anlagerung von Schmelztropfen, Dentinfortsätzen u. dgl., wodurch mehr Platz erforderlich wird, als für einen normal gebildeten Zahn vorgesehen ist.



Fig. 326 (Scheff).
Retention des linken oberen mittleren Schneidezahnes, bedingt durch primäre falsche Lagerung.

b) Durch Störung während der Zahnbildungsperiode:

1. durch Verletzung des Zahnfollikels oder seine Verdrängung durch Trauma, Kieferbrüche u. dgl.;
2. durch konstitutionelle Erkrankungen: Rachitis, Lues;
3. durch Entzündung des Zahnfollikels oder seiner Umgebung;
4. durch Degenerationsprozesse in dem Follikel (follikuläre Zahnzysten).

c) Durch Verdrängung der Zahnanlage (Odontome, Zysten von Zahnwurzeln der Nachbarzähne, Sarkome usw.).

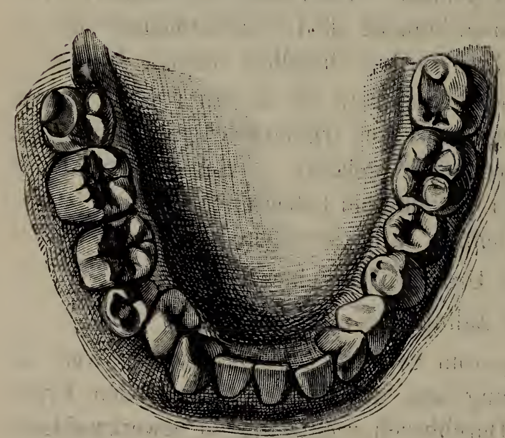


Fig. 327 (Sternfeld).
Halbretention der beiden Bikuspidaten rechts unten.

Es mag sein, daß durch alle diese Faktoren eine Retention zustande kommen kann. Durch die Röntgenphotographie sind heute retinierte Zähne leicht nachweisbar. Wenn auch gelegentlich alle Zähne im Kiefer zurückgehalten werden können (Fig. 326), so wird doch der obere Eckzahn weitaus in der Mehrzahl der Fälle davon betroffen. Die Ursache ist Raummangel, der ja sehr oft in der Zwischenkiefergegend, wie schon vorher ausführlich erörtert worden ist, primär vorhanden ist, der aber auch erst sekundär entstehen kann, indem die Milcheckzähne zu früh extrahiert wurden, so daß der erste Prämolar bei seinem Durchbruch nach vorn rückt und so dem zuletzt durchbrechenden Eckzahn den Platz fortnimmt. Häufiger werden auch die dritten Molaren retiniert. Auch in diesem Falle ist Raummangel die Ursache.

Im Milchgebiß kommt Retention sehr selten vor; doch ist von Fischer in neuerer Zeit ein Fall beschrieben worden, in welchem halbseitig sowohl

im Ober- als auch im Unterkiefer der zweite Milchmolar retiniert war. Als Halbretention wird bezeichnet, wenn der betreffende Zahn wohl durchgebrochen, aber durch die Nachbarn am vollständigen Erscheinen verhindert wird. Eine derartige Halbretention betrifft am häufigsten die letzten Prämolaren (Fig. 327).

Dentitio tertia.

Unter »Dentitio tertia« versteht man den Ersatz der zweiten Dentition durch eine weitere Zahnserie. In der älteren Literatur sind oft derartige Fälle beschrieben worden. Am bekanntesten ist wohl der Fall von Hufeland, in welchem ein Greis von 116 Jahren acht neue Zähne bekam, die nach einem halben Jahre ausfielen, um durch neue ersetzt zu werden, welche wieder mehrmals wechselten, so daß binnen vier Jahren 50 neue Zähne kamen und ausfielen. Kollmann, der sich bereits mit diesem Fall beschäftigt hat, erklärt denselben dahin, daß die neuen Zähne in der frühesten Lebensperiode angelegt waren, mehr als hundert Jahre in dem Kiefer liegen blieben und dann erst zur Fortsetzung ihrer Tätigkeit angeregt wurden. Es waren überzählige Schmelzkeime, welche bei der Anlage der ersten Zähne gleichzeitig entstanden waren. Scheff spricht sich gleichfalls gegen das Vorkommen einer sogenannten dritten Dentition aus und hält das häufige Erscheinen neuer Zähne im vorgerückten Alter für verspätet durchgebrochene Zähne der zweiten Dentition, die also im Kiefer retiniert waren und erst, nachdem durch den Ausfall der funktionierenden Zähne Platz geschaffen war oder Atrophie des Alveolarfortsatzes entsteht, erscheinen konnten. Es ist auch keine Frage, daß diese Erklärung zutreffen kann, die Ergebnisse der neueren entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen lassen die tatsächlichen Beobachtungen doch aber in einem etwas anderen Licht erscheinen, um so mehr als theoretisch die Möglichkeit einer dritten Dentition unzweifelhaft gegeben ist.

Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen haben nämlich gezeigt, daß in einem bestimmten Entwicklungsstadium bei sämtlichen bleibenden Zähnen und auch bei den Molaren ein freies Zahnleistenende angetroffen werden kann, das sogar einer progressiven Weiterentwicklung fähig ist. So hat Leche neben dem letzten bleibenden Prämolaren von Erinaceus lingual von ihm ein derartig freies Zahnleistenende festgestellt, und an einem Schädel war an derselben Stelle sogar ein völlig ausgebildeter Zahn vorhanden. Ich selbst habe einen ähnlichen Fall beschrieben, in welchem neben der glockenförmigen Anlage des bleibenden Eckzahnes bei Canis vulpes ein bereits kappenförmig eingestülpter, vollkommen normaler Schmelzkeim einer weiteren Dentition angelegt ist (Fig. 328).

Eine dritte Dentition ist also in der Tat möglich, und es ist nicht ausgeschlossen, daß auch einige der beobachteten und in der Literatur niedergelegten Fälle eine solche Dentitio tertia darstellen.

Mit Sicherheit scheint mir dieses festzustehen für den von Kersting beobachteten Fall. Kersting entfernte einem 26jährigen Mann mit vollständigem Ersatzgebiß den ersten Molaren. An seiner Stelle brach bald darauf ein Zapfzahn durch, und eine Röntgenaufnahme zeigte noch fünf weitere im Kiefer verborgene Zahnanlagen mit unvollendetem Wurzelwachstum. Die Beobachtung ist um so bemerkenswerter, als es sich um einen Molaren handelte, der bekanntlich nur in einer Dentition erscheint.



Fig. 328.

Frontalschnitt durch den Unterkiefer eines Embryos vom Canis vulpis. Neben der Ersatzzahnanlage liegt die Anlage der dritten Dentition.

Dagegen scheint mir der von Mayrhofer mitgeteilte Fall mit Sicherheit nicht eine dritte Dentition zu repräsentieren. Bei einem Knaben von 8 $1/2$ Jahren — es handelte sich also um einen verspäteten Zahnwechsel — erschien an Stelle des ausgefallenen rechten mittleren Milchschneidezahnes zunächst ein Zapfenzahn, der ein halbes Jahr später von dem richtigen, bleibenden Schneidezahn ersetzt wurde. Hier dürfte der Zapfzahn wohl ein überzähliges Gebilde gewesen sein und ebenfalls der Ersatzdentition angehört haben. Infolge des verspäteten Zahnwechsels ist er nur zufällig früher erschienen als der Schneidezahn, der, nachdem der Embolus extrahiert worden war, natürlich ohne weiteres seine richtige Stelle einnahm. Sehr wohl vereinbar mit dieser Auffassung ist es aber auch, daß derartige Zähne schon in der frühesten Lebensperiode angelegt werden, vollkommen ausgebildet im Kiefer retiniert bleiben und erst erscheinen, nachdem durch den Ausfall ihrer Vorgänger das den Durchbruch auslösende Moment hinzugetreten ist.

Eine andere Frage ist es, ob diese »Dentitio tertia« atavistischen Ursprungs ist oder einen Neuerwerb darstellt. Letztere Ansicht ist bekanntlich von Leche vertreten worden, der, ausgehend von den Beuteltieren, annimmt, daß sowohl die zweite Dentition der Säugetiere als auch natürlich eine Dentitio tertia erst von diesen erworben worden ist. Diese Annahme hat wenig Anklang gefunden. Die Auffassung, daß sowohl die beiden

funktionierenden Dentitionen der Säugetiere als auch die sogenannte prälakteale Dentition und die soeben besprochene Dentitio tertia ererbte Zahnreihen niederer Vorfahren sind, ist wohl die wahrscheinlichere (siehe Dentition).

Anomalien der Form.

In dem vorigen Kapitel, welches die Über- und Unterzahl der Zähne behandelte, haben wir Zähne kennengelernt, welche auch hinsichtlich ihrer Form als anomale bezeichnet werden müssen; ich meine die sogenannten zapfen-, griffel- und tütenförmigen Zähne; dieselben mögen den Übergang zu dem Kapitel der Formanomalien bilden. Was diese selbst betrifft, so hat bereits Zuckerkandl bei Beschreibung der einzelnen Zahnarten auf deren Varietäten und Anomalien aufmerksam gemacht. Demnach zeigen ganz speziell der obere seitliche Schneidezahn und obere dritte Molar sehr häufig Abweichungen von der gewöhnlichen, normalen Form, welche besonders in bezug auf die Reduktionstheorie von Bedeutung sind; ebenso verhält es sich mit der Höckerzahl der Molaren, welche im Grunde genommen schon dann anomal zu nennen ist, wenn ein oberer Mahlzahn unter vier und ein unterer weniger als fünf Höcker besitzt. Alle diese Verhältnisse sind zur Genüge von Zuckerkandl beleuchtet worden, welcher auch die Zahl der Zahnwurzeln nicht unberücksichtigt ließ. Im folgenden werden deshalb nur diejenigen Anomalien beschrieben werden, welche nicht schon früher erörtert wurden, und soll ein besonderes Augenmerk auf anomale Wurzelformen, wozu auch Abweichungen von der normalen Wurzelzahl gehören, gerichtet werden. Von den Formanomalien der Krone wären hier also nur noch Zahngebilde zu erwähnen, wie sie in der 2. Auflage des Atlas zur Pathologie der Zähne von Heider und Wedl abgebildet wurden, welche wohl als Zähne zu erkennen sind, jedoch eine solche Form besitzen, daß wir sie unter keinen bestimmten Typus bringen können. Viel häufiger zu beobachten und auch für die Praxis viel wichtiger sind die Wurzelanomalien.

Knickungen und Drehungen von Zahnwurzeln sind wiederholt zum Gegenstand eingehender Untersuchung gemacht worden. Nach Wedls Angabe hat schon John Tomes eine Erklärung für die auffallenden Knickungen an manchen Zahnwurzeln gesucht und sich folgenden Vorgang als die Ursache dieser Formanomalie gedacht. Wenn während der Entwicklung eines Zahnes und nach Ausbildung von dessen Krone ein Trauma auf diesen Zahn einwirkt, so würde hierdurch die Krone von ihrer bisherigen Richtung abgelenkt, während die noch in Entwicklung begriffene oder teilweise auch schon ausgebildete Wurzel dieser veränderten Richtung nicht oder nur teilweise folge; je nachdem das Trauma in einem früheren oder späteren Stadium der Wurzelentwicklung stattfinde, werde der untere,

der mittlere oder der obere (Wurzelspitze) Teil der Wurzel betroffen (siehe Fig. 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335). Tomes hat für diesen Vorgang die Bezeichnung »Dilazeration« gewählt, welche von Wedl (l. c. S. 98) mit Recht als wenig glückliche bezeichnet wird. Möglicherweise liegt hier ein Mißverständnis oder ein Irrtum seitens Wedl vor; das von ihm zitierte Werk Tomes' enthält wohl ein Kapitel »Dilazeration«; diese Bezeichnung ist aber in ganz anderem Sinne gebraucht, als Wedl angibt. Wedl hat sich mehrfach mit dem Studium dieser Veränderungen befaßt und kam zu dem Schlusse, daß diese Knickungen und Drehungen auf mangelhafte Raumverhältnisse oder auch auf exzessives Wachstum einzelner Zahnwurzeln zurückzuführen seien. Wedl sagt nämlich, daß bei Raummangel einerseits



Fig. 329. Fig. 330. Fig. 331. Fig. 332. Fig. 333. Fig. 334. Fig. 335.

Fig. 329. Oberer kleiner Schneidezahn, dessen Wurzel in der Mitte geknickt ist. Das Ende verschmächtigt sich und läuft in eine Spitze aus.

Fig. 330. Oberer Eckzahn mit abnorm langer, in der Mitte geknickter Wurzel. *a* Karies am Zahnhalse.

Fig. 331. Unterer Weisheitszahn mit vier Wurzeln, wovon die rückwärtige hakenförmig aufgebogen ist.

Fig. 332. Unterer Weisheitszahn mit vier Wurzeln, wovon die eine rechtwinklig geknickt ist. (Fig. 329—332 nach Scheffs Lehrbuch der Zahnheilkunde.)

Fig. 333 (Sternfeld). Korkzieherförmige Wurzel (bukkale eines oberen Molaren).

Fig. 334. Oberer Schneidezahn mit geknickter Wurzel (Scheff).

Fig. 335. Oberer Eckzahn mit doppelt geknickter Wurzel (Scheff).

die Krone von ihrer Bahn abgelenkt werden kann, und daß anderseits, wenn die Krone am Durchbruche verhindert wird, die Wurzel gezwungen ist, sich nach einer anderen Richtung zu entwickeln, als der Längsachse der Krone entspricht, daß also nicht die Krone, sondern die Wurzel abgelenkt ist. Tomes führt nach Wedl zur Begründung seiner Auffassung der Wurzelknickung an, dieselbe sei hauptsächlich an den einwurzeligen Vorderzähnen zu beobachten, da diese einem Trauma am meisten ausgesetzt seien. Wedl bestätigt die Tatsache, daß hauptsächlich einwurzelige Zähne Wurzelknickung zeigen, läßt aber die Frage, was die Ursache dieser Erscheinung sei, noch offen: jedenfalls bestreitet er für die Mehrzahl der Fälle, daß ein Trauma die Ursache der Ablenkung sei, und keinesfalls könne dabei an eine Zerreißung (Dilazeration) in dem Sinne gedacht werden, daß Teile der weichen Zahngewebe entzweigerissen wurden; man müßte dann ein eingeschobenes Narbengewebe nachweisen können, wogegen man in Wirklich-

keit in solchen Fällen nur eine Verschiebung der Zahngewebe beobachtete. v. Wunschheim ist der Ansicht, daß die meisten Zahnwurzelknickungen durch Mangel an Raum und durch Druck seitens benachbarter Zähne zustande kommen. Die Besprechung der Zahnfrakturen überhaupt sowie speziell der Möglichkeit einer Heilung solcher Frakturen, die nach neueren Beobachtungen unbestreitbar ist, gehört strenggenommen nicht hierher, jedoch mag deshalb hier davon gesprochen werden, weil Wedl bezweifelt, daß es sich bei diesem Falle um eine geheilte Fraktur mit neugebildeter Schmelzsubstanz handelte; Wedl ist vielmehr der Meinung, daß der betreffende Zahn eine Bildungsanomalie mit rechtwinkliger Knickung in der Gegend des Zahnhalses vorstellte. Zur Erklärung einer doppelten oder zickzackförmigen Knickung gibt Wedl an, daß auch hierbei Raumbeengungen die Schuld tragen dürften. »Die Wurzel mit ihrem Alveolus hat ihren Sitz in der spongiösen Substanz des Kiefers und kann nur so lange in horizontaler Richtung fortwachsen, bis sie an die Kortikalschicht des Kiefers gelangt ist, von hier aus wird sie wieder eine mehr weniger perpendikulare Richtung einschlagen müssen. Ein verhältnismäßig zu niedriger Kiefer oder zu lange fortwachsender Wurzelteil mag in manchen Fällen Veranlassung zu einer Knickung geben.« — Von jenen Torsionen, welche sich bloß auf die Krone einwurzeliger Zähne beziehen, wo somit die Wurzel ihre normale Lage innehält, sagt Wedl, daß dieselben zu einer Zeit geschehen müssen, wo die Wurzel noch nicht gebildet ist. Komme es bloß zu einer Vierteldrehung, so könne man den Grund in einem zu engen Alveolarrande zwischen zwei schon durchgebrochenen Zähnen suchen; bei einer Drehung hingegen von 180°, wo die Gesichtsfläche der Krone zur Mundseite hingekehrt werde, sei wohl an ein nachträgliches Weiterwerden des ursprünglich zu engen Alveolarrandes zu denken, wobei die Krone in verkehrter Richtung bis zu dem gesagten Grade fortgedreht wird. Die Wurzel mit ihrem Alveolus könne sich unbeschadet der Torsion der Krone in ihrer normalen Stellung fortentwickeln. Zu den Ausführungen Wedls sei hier nur ergänzend bemerkt, daß Torsionen der Krone allein wohl mehrfach beobachtet worden sein mögen; auch Salter beschreibt einen solchen Fall; in den meisten Fällen jedoch, in welchen eine Zahnkrone um ihre Längsachse gedreht erscheint, dürfen wir annehmen, daß die Wurzel dieser Drehung gefolgt ist. Eine andere Erscheinung, welche Verfasser selbst beobachtet hat (siehe Fig. 333), »korkzieherähnliche Gestalt einer Zahnwurzel«, läßt sich wohl nur durch die Annahme einer Torsion erklären, sei es nun, daß die Krone vor ihrem Durchbruch falsch gelagert war und sich allmählich während des Durchbruches in die richtige Stellung »hineindrehte«, sei es, daß sie ursprünglich normal lag und erst späterhin sich um ihre Längsachse drehte. Endlich sei hier noch konstatiert, daß

Wurzelknickungen doch nicht so selten auch an mehrwurzeligen Zähnen vorkommen, wie Wedl behauptet; ein Blick auf die Tafeln von Carabelli, Thon, Magitot und anderen mag dies beweisen (siehe auch Fig. 331 und 332). An der Hand der Erklärungen Wedls wird es uns übrigens nicht schwer, auch die an mehrwurzeligen Zähnen vorkommenden Wurzelknickungen zu verstehen. Wir brauchen uns nur vorzustellen, daß der freien Längsentwicklung einer oder mehrerer Wurzeln ein Hindernis (der vorhin geschilderten Art) in den Weg trat, so daß die Weiterentwicklung in einer von der ursprünglichen abweichenden Bahn erfolgen mußte. Was nun die Überschreitung der normalen Zahl der Zahnwurzeln betrifft, so handelt es sich in bestimmten Fällen nur um eine Spaltung ursprünglich wohl paarig angelegter, häufig oder gewöhnlich in einem sich bildender Wurzeln; dies bezieht sich auf untere Molaren, bei welchen eine oder selbst beide Wurzeln gespalten sein können, so daß der Zahn drei- respektive vierwurzelig erscheint, sowie auf die bekanntlich sehr häufig zweiwurzeligen oberen ersten Bikuspidaten. Anders verhält es sich bei den mitunter vier-, fünf-, sechs- und selbst siebenwurzeligen dritten Molaren, bei welchen gewöhnlich jeder Wurzel auch ein Höcker entspricht. Derartige Bildungen lassen sich wohl nur als eine Verschmelzung mehrerer Zahnanlagen oder als eine Art Überproduktion auffassen, wenn auch ein Nachweis hierfür nicht erbracht werden kann. So finden sich im Wiener zahnärztlichen Museum unter den vielen Anomalien auch solche, die wegen ihrer Seltenheit ein besonderes Interesse bieten. Von der Reproduktion wurde, um nicht den Raum unnötig zu überschreiten, Abstand genommen und mögen deshalb nur einige selten vorkommende Anomalien hervorgehoben werden: ein unterer Schneidezahn mit zwei Wurzeln, eine größere Zahl oberer und unterer Eckzähne mit gespaltener Wurzel, viele obere Backenzähne mit drei vom Zahnhalse abgehenden getrennten Wurzeln, ein unterer Eckzahn, dessen Wurzel in drei Spitzen ausläuft, usw.

Eine Anomalie, die durch ihr verhältnismäßig häufiges Vorkommen an bestimmter Stelle besondere Beachtung verdient, ist die überzählige Wurzel, die sich ausschließlich an der Innenseite unterer Molaren, bisweilen neben der hinteren Wurzel, bisweilen in der Mitte befindet. Ihre Bedeutung ist unbekannt.

Was die Unterzahl der Wurzeln betrifft, so handelt es sich hier zumeist wohl nur um eine Verschmelzung der normalerweise getrennten Wurzeln.

Anomalien der Größe.

Trotz der zahlreichen Messungen, welche an den Zähnen vorgenommen wurden, es sei hier nur auf die Untersuchungen von Mühlreiter und Parreidt hingewiesen, welche schon von Zuckerkandl zitiert worden sind,

wird es wohl niemals gelingen, für übermäßige oder zu geringe Größe von Zähnen eine bestimmte Norm aufzustellen, und wird nur das in der einen oder der anderen Richtung Exzessive als absolut anomal bezeichnet werden dürfen. In neuerer Zeit wurde die abnorme Breite zentraler Schneidezähne von Baštýř dahin gedeutet, daß es sich hier immer um eine Verschmelzung des ersten und zweiten Inzisivus handle, während dann der seitliche Schneidezahn als dritter Inzisivus zu gelten hätte. Übrigens macht auch Wedl (Pathologie der Zähne) darauf aufmerksam, »daß man sich auch davor hüten müsse, miteinander verschmolzene Zähne für abnorm breite einzelne zu halten«. Dies wäre gerade so unrichtig wie die Annahme Baštýřs. Es liegt nun aber zweifellos auch eine Anzahl von Fällen vor, wo von einer Gemination nicht die leiseste Spur nachweisbar ist, wo es sich vielmehr tatsächlich um abnorme Größe eines Zahnes handelt. Der bekannteste Fall von ganz abnormer Größe einzelner Zähne ist der Cartwrightsche, der besonders in den englischen Lehrbüchern häufig abgebildet ist. In den meisten Fällen von »Riesenwuchs«, wie wir solche Fälle am besten nennen, handelt es sich wohl nur um eine massenhaftere Produktion bei der Bildung der Krone, die dann durch mangelhafte Ausbildung der Wurzel kompensiert wird.

Dem Riesenwuchs steht der »Zwergwuchs« gegenüber, mit welcher Bezeichnung wir auch nur exzessive Bildungen belegen dürfen.

Viel mannigfacher und von wesentlich größerem praktischem Interesse als bei den Kronen sind die Größendifferenzen bei den Zahnwurzeln; hier sind exzessive Bildungen etwas sehr Häufiges und namentlich das Längenwachstum überschreitet sehr häufig die normalen Grenzen. Fälle von abnormem Größenwachstum der Wurzeln sind etwas sehr Häufiges, und finden sich solche Fälle in allen Lehrbüchern und Atlanten in großer Zahl abgebildet. Die Behauptung, daß mit Riesenwuchs der Kronen mangelhafte Ausbildung der Wurzeln koinzidiere, scheint nicht immer Bestätigung zu finden, wenn auch häufig kleine Kronen sehr großen Wurzeln aufsitzen; im letzteren Falle scheint, als ob der geringere Verbrauch von Material für die Krone den später gebildeten Wurzeln zugute gekommen wäre. Anders ausgesprochen würde der Satz lauten: Einseitige Überproduktion an Krone oder respektive Wurzel bedingt gleichzeitige mangelhaftere Ausbildung der Wurzel oder respektive der Krone. Es ist gewiß jedem Praktiker bekannt, daß jene Zähne, welche Baume (Odontologische Forschungen, II. Teil, S. 5 sub 1) als »kleine Herkuleszähne« bezeichnet, sehr häufig relativ kleine, gedrängte Kronen besitzen, die a priori nicht vermuten lassen, wie kräftige Wurzeln diesen Kronen angehören; erst bei der Extraktion zeigt sich, wie gewaltig die Wurzeln ausgebildet sind, und wird dadurch der unvermutete Widerstand bei der Extraktion erklärt. In neuester Zeit hat

Virchow ein menschliches Gebiß mit ganz ungewöhnlich langen Zahnwurzeln beschrieben und abgebildet.

Mangelhafte Ausbildung von Zahnwurzeln in mehr oder minder hohem Grade kommt ebenfalls vor. Sie kann einzelne Zähne betreffen, aber auch die ganze Zahnreihe. Mir ist erst neuerdings von anderer Seite ein 17jähriger junger Mann überwiesen worden, bei welchem bei sämtlichen noch vorhandenen Zähnen die Wurzeln nahezu ganz fehlten. Die fehlenden Zähne waren aus diesem Grunde schon entfernt worden. Die Röntgenphotographie zeigte außerdem multiple Zystenbildung. Der Fall wird von anderer Seite ausführlich beschrieben werden.

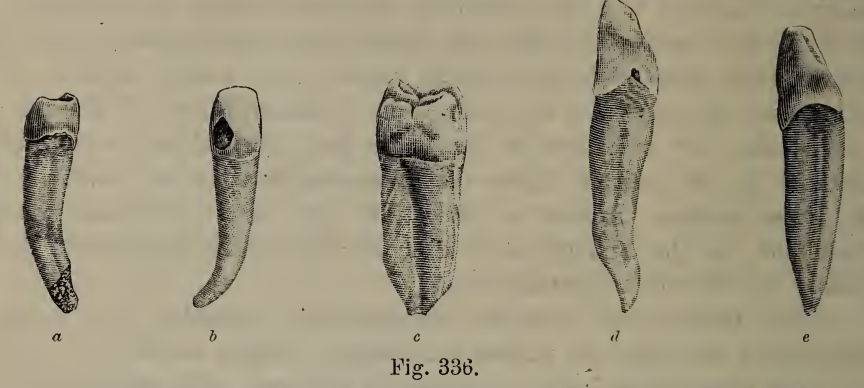


Fig. 336.

a Unterer rechter zweiter Prämolar mit langer, in der Mitte gebogener Wurzel. *b* Kleiner oberer linker Schneidezahn mit langer, am Ende abgebogener Wurzel. *c* Unterer Molar mit abnorm langer einfacher Wurzel. *d* Übermäßig lange Wurzel eines oberen rechten Eckzahnes bei normaler Krone. *e* Übermäßig lange Wurzel eines oberen linken Eckzahnes bei normaler Krone.

Einen Parallelfall hat kürzlich Gardner im Dental Digest mitgeteilt. Auch hier wurden einem 16jährigen Jungen 14 vollständig lockere Zähne entfernt, deren Wurzeln ganz rudimentär waren. Die Ursache dieser Defektbildung ist unbekannt, doch wurde in meinem Fall angegeben, daß die Mutter sämtliche Zähne ebenfalls in auffallender Weise plötzlich verloren habe. Hier schien also Erblichkeit im Spiele zu sein.

Anomalien der Struktur.

Diejenigen Anomalien der Struktur, die am bekanntesten und ihrer Ätiologie wegen am interessantesten sind, sind die sogenannten Schmelzhypoplasien. Man versteht darunter Defekte des Schmelzes, die durch eine Störung während der Entwicklung entstehen, beim Durchbruch des Zahnes also bereits vorhanden sind. Sie betreffen niemals einen einzelnen Zahn, sondern finden sich stets an sämtlichen Zähnen, die derselben Entwicklungsperiode angehören.

Je nach dem Grad der Störung treten sie in verschiedenen Formen auf: als Grübchen oder Punkte, die einzeln vorhanden sind oder auch reihenförmig in mesiodistaler Richtung den Zahn umgeben. Sind sie über die ganze Oberfläche zerstreut, so erhält der Zahn ein honigwabenartiges Aussehen (erosions en rugosités Magitot, honey combed teeth englischer Autoren) (Fig. 337).

Die Grübchen können auch konfluieren und eine förmliche Rinne bilden. In höheren Graden liegen mehrere solcher Reihen von Grübchen

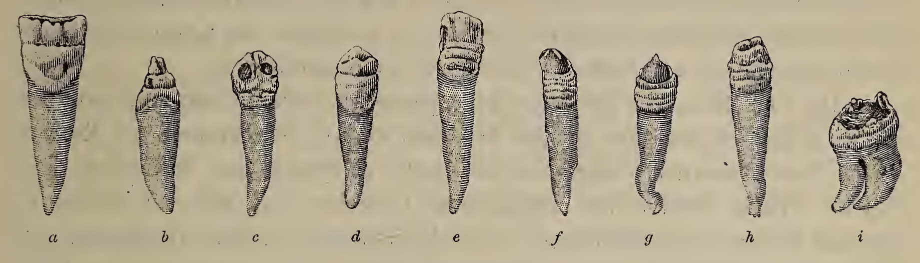


Fig. 337.

a Rechter großer Schneidezahn mit vielen Grübchen längs der Schneidekante und mit einer auf der labialen Fläche quer verlaufenden Rinne, in welcher trichterförmige Vertiefungen angebracht sind. Der Schmelz ist stellenweise normal entwickelt. *b* Unterer linker Schneidezahn mit einer mächtigen zirkulären Schmelzleiste. *c* Oberer linker Eckzahn mit zwei trichterförmigen Vertiefungen. *d* Rechter unterer Eckzahn mit einer zirkulären Querfurche, aus welcher sich scharf abgesetzt der mit seichten schmelzarmen Grübchen versehene Kronenrest erhebt. *e* Linker unterer Eckzahn mit vier deutlichen, durch Furchen voneinander geschiedenen Schmelzleisten. *f* Linker unterer Eckzahn mit schmelzlosen seichten Grübchen unterhalb der Schneide. *g* Rechter oberer Eckzahn mit regelmäßig angeordneten Querleisten. *h* Oberer Eckzahn, mit Querwülsten bis zur Mitte der Kronenfläche versehen. *i* Unterer Mahlzahn, dessen fast völlig fehlende schmelzlose Krone an der Kontur einige rudimentäre Höckerchen und Spitzen zeigt. Kaufläche durch chronische Karies seicht ausgehöhlt.

respektive von Rinnen etagenförmig übereinander und geben dem Zahn in seltenen Fällen mitsamt der Wurzel ein gerieftes, welliges Aussehen, oder sie erscheinen als scharf abgegrenzte Querwülste in ganzer Breite der labialen Fläche des Zahnes.



Fig. 338.

Schmelzhypoplasie bei einem unteren Molaren.

Eine andere Form der Hypoplasien besteht darin, daß nur das freie Ende des Zahnes, die Kaukante oder Spitze einen mehr oder weniger dünnen Schmelzüberzug besitzt, während der Rest der Krone eine ganz normale Schmelzdecke aufweist; gewöhnlich ist an der Grenze zwischen dem anomalen und dem normalen Teil der Krone der Schmelz besonders massig abgelagert und bildet je einen förmlichen Wulst. Bei dieser Form der Hypoplasie bekommen wir den Eindruck, als säße der normal gebildeten Krone eine zweite, viel kleinere, dünnere, gänzlich verbildete auf; besonders bei den Molaren macht diese Form den genannten Eindruck (Fig. 338), während grübchenförmige Hypoplasien die Molaren siebartig durchlöchert erscheinen lassen. Eine weitere Form endlich

ist mit mangelhafter Bildung des ganzen Zahnes verbunden, die Krone zeigt an ihrem Ende auch eine genügende Schmelzablagerung, die Grenze wird aber nicht durch eine gerade, sondern durch eine mit der Konvexität gegen den Kiefer gerichtete Bogenlinie markiert, und die Seitenflächen laufen nicht parallel, sondern konvergieren stets gegen das freie Ende des Zahnes hin, dieser hat mehr eine keil- oder kegelförmige Gestalt; diese Form bezieht sich besonders auf die oberen mittleren Schneide- und die Eckzähne, außerdem aber auch auf die sämtlichen unteren Schneidezähne, welch letztere wie abgestutzte Kegel erscheinen; bricht bei den oberen mittleren Schneidezähnen der anormal gebildete Kantenteil heraus, so erscheint die Kante selbst, der oberen angedeuteten Grenze entsprechend, halbmondförmig.

Die verschiedenen Formen der Hypoplasien erklären sich ungezwungen aus ihrer Entstehung. Sie entsprechen dem Verlauf der Streifen des Retzius, die ja den Ausdruck einer schichtweisen Ablegung des Schmelzes darstellen. Wird dieselbe aus irgendeiner Ursache, auf die wir später zu sprechen kommen, unterbrochen, so wird hieraus ein Defekt resultieren, der der Größe und der Zeitdauer, während welcher die Störung in der Kalkablagerung stattgefunden hat, entsprechen wird. Es entstehen dadurch Vertiefungen respektive Furchen, die den ganzen Zahn ringförmig umgeben können. Setzt die Störung im Beginn der Schmelzbildung oder gleich nachdem sich bereits eine dünne Schmelzlage abgeschieden hat, ein, dann findet man bei den oberen Schneidezähnen primär oder sekundär jene bereits oben erwähnten halbmondförmigen Defekte, die unter dem Namen »Hutchinson teeth« bekannt sind und die eine große Rolle für die Ätiologie gespielt haben.

Außer diesen Defekten im Schmelz sind auch wohl stets Veränderungen im Dentin vorhanden. Je nach dem Grad und der Dauer der Störung können auf diese Weise geringfügige Defekte bis zu den schwersten Schädigungen, wie sie vorher beschrieben wurden, ihre Entstehung finden. Infolge der verminderten Kalkablagerung, die natürlich nicht den Schmelz allein betreffen kann, sind die Interglobularräume stets vermehrt. Außerdem zeigt die Schmelzdentingrenze, die normalerweise in gerader Linie verläuft, unterhalb der Hypoplasie eine Einsenkung nach dem Dentin zu. Der Unterschied in der Manifestation der gestörten Kalkablagerung im Schmelz und Dentin ergibt sich ohne weiteres daraus, daß der Schmelz normalerweise so geringe organische Substanz enthält, daß bei nicht genügender Kalkzufuhr ein Defekt entstehen muß, während im Zahnbein hierdurch nur eine minderwertige Beschaffenheit und eine Veränderung der Form bedingt wird.

Im Milchgebiß finden sich Hypoplasien selten, insbesondere kommen sie nicht in einer größeren Zahl von Milchzähnen vor. Am häufigsten sind sie noch an zweiten Milchmolaren beobachtet worden.

Aber auch im bleibenden Gebiß werden nicht alle Zähne gleichmäßig befallen. Am häufigsten befallen werden die Zähne, deren Kronen im ersten und zweiten Lebensjahr gebildet werden. Es sind das in der Reihe ihrer Entwicklung die ersten Molaren, die mittleren oberen Schneidezähne, die Eckzähne, die unteren Schneidezähne und die seitlichen Schneidezähne. Im dritten Lebensjahr beginnt die Bildung der Kronen der ersten Prämolaren, im vierten die der zweiten Prämolaren und der zweiten Molaren.

Die weitere Entwicklung der Zähne bis zu ihrer Fertigstellung verläuft parallel ihrem Beginn. Tritt nun während der Entwicklung aus irgendeiner Ursache eine Störung oder Unterbrechung der Schmelzablagerung ein, so wird an derjenigen Stelle des Zahnes, die gerade in der Schmelzbildung begriffen ist, ein Defekt auftreten, und zwar bei homologen Zähnen an derselben, bei verschiedenen Zähnen an verschiedenen Stellen, die durch den jeweiligen Stand der Entwicklung bedingt werden. So können z. B. die Hypoplasien die ersten Molaren und die Schneidekanten der mittleren Schneidezähne betreffen; tritt die Störung später ein, so können auch die seitlichen Schneidezähne und die Eckzähne in Mitleidenschaft gezogen werden. Dann verläuft die Defektlinie in einem Bogen, dessen Scheitelpunkt auf dem mittleren Schneidezahn liegt, während die Eckzähne nur in der Gegend ihrer Spitzen betroffen werden. Am häufigsten finden sich die Hypoplasien auf den ersten Molaren, den mittleren und seitlichen Schneidezähnen, den Eckzähnen und, wenn auch schon viel seltener, an den ersten Prämolaren. Die zweiten Prämolaren und die zweiten Molaren werden sehr selten von ihnen befallen.

Die Hypoplasien stellen eine so auffallende Erscheinung dar, daß sie die Aufmerksamkeit schon frühzeitig auf sich gelenkt haben. Die Tatsache, daß die Defekte nicht an einzelnen Zähnen, sondern stets an Zähnen derselben Entwicklungsperiode auftreten, legt schon von vornherein den Schluß nahe, daß es sich nicht um eine lokale Störung, sondern nur um die Folgen einer Allgemeinerkrankung handeln könne.

So glaubten denn auch die ältesten Forscher (Ambroise Paré, Bunon, Fauchard, Duval, Oudet, Tomes, Broca), daß jede beliebige Erkrankung an denjenigen Zähnen, die während derselben in Bildung begriffen waren, Hypoplasien hervorrufen könne. Bourdet handelt dieselben zum erstenmal unter dem Namen »Erosionen« ab und leitet sie von Rachitis, Skorbut, bösartigen Fiebern, Röteln, Blattern und im allgemeinen von jeder Krankheit ab, wo die Qualität der Säfte fehlerhaft ist.

Als erster hat dann Hutchinson die Ansicht vertreten, daß insbesondere eine Krankheit, die kongenitale Syphilis, für die Entstehung der Hypoplasien in Frage kommt. Hutchinson ist aber bis zum heutigen Tage vielfach mißverstanden worden. Einmal bezeichnet er nur eine ganz bestimmt

lokalisierte und besondere Form der Schmelzdefekte, jene sich an der Schneidekante der mittleren oberen Schneidezähne vorfindenden halbmondförmigen Ausschnitte als pathognomisch für Lues congenita, dann aber faßte er dieses Merkmal nur im Zusammenhang mit anderen Symptomen (z. B. der interstitiellen Keratitis) als Teilerscheinung der Krankheit auf.

Parot hat dann allerdings alle Hypoplasien ohne Ausnahmen als Folge einer Lues congenita erklärt. Hiernach entstehen sie direkt auf der Basis von Rachitis, die ihrerseits in jedem Falle ein Stadium der kongenitalen Syphilis darstellen soll.

Nach Magitot entstehen die Hypoplasien weder durch Lues noch durch irgendeine andere beliebige Krankheit, sondern allein durch die Eklampsie der Kinder. Ihm tritt wieder Fournier entgegen, der die spezifische Hypothese Magitots ablehnt. Seiner Ansicht nach können die Hypoplasien Folgen verschiedener Erkrankungen sein, unter anderen auch der Lues congenita, die in der Tat für einen hohen Prozentsatz der Fälle in Betracht kommt.

In der Folgezeit hat sich noch eine ganze Reihe von Autoren (Busch, Berten, Walkhoff, Hochsinger, Neumann, Oberwarth, Castanié und andere) mit der Ätiologie der Hypoplasien beschäftigt, im allgemeinen treten aber aus dem Streite der Meinungen zwei Auffassungen heraus.

Nach der einen Ansicht sind sie die Folge aller den kindlichen Organismus tief angreifenden Erkrankungen der ersten Lebensperiode, so natürlich Rachitis, Syphilis, aber auch aller akuten Infektionskrankheiten, wie Masern, Scharlach, Typhus usw.; nach der anderen ist es im wesentlichen die Rachitis, die die Hypoplasie verursacht, und alle anderen Krankheiten, insbesondere die Lues, kommen nur insoweit in Frage, als sie den Verlauf der Erkrankung im ungünstigen Sinn beeinflussen. In der neuesten Zeit trat nun die Diskussion über diese Frage in ein neues Stadium, zunächst durch die Untersuchungen Erdheims.

Exstirpiert man an Tieren die 1880 von Sandström bei Menschen und anderen Säugetieren an der hinteren Fläche der Schilddrüse entdeckten Nebenschilddrüsen oder Epithelkörperchen, so treten, wie zunächst von Vasalle angegeben und dann von Pineles und anderen bestätigt wurde, charakteristische fibrilläre Zuckungen in den verschiedensten Muskelgebieten, heftiges, über den ganzen Körper sich erstreckendes Zittern sowie leichtere und schwerere tetanische Krämpfe des ganzen Körpers auf.

Erdheim fand nun auch bei seinen Untersuchungen über den Einfluß der Epithelkörperchen auf die Entstehung der Tetanie schwere trophische Veränderungen an den Nagezähnen der operierten Ratten. An der mit Schmelz überzogenen konvexen Oberfläche traten opake weiße Flecken auf, welche

mit dem Längenwachstum des Zahnes gegen die Spitze vorrückten und mit Hinterlassung eines grubigen Schmelzdefektes verschwanden. Der früher durchscheinend gewesene Zahn wird immer mehr opak und bricht schließlich ab.

Histologisch ergab sich, daß die durch die Exstirpation der Epithelkörperchen bedingte Veränderung an den Nagezähnen in erster Linie das Dentin betrifft, in zweiter den Schmelz und das Epithel. Die Dentinveränderung besteht darin, daß die Verkalkung des neu hinzu kommenden Dentingewebes entweder ganz ausbleibt oder nur unvollständig ausfällt. Die Schmelzveränderung äußert sich stellenweise in Unterbrechung desselben mit Auftreten von Schmelztropfen im Epithel und Faltenbildung des Epithels mit atypischer Schmelzproduktion in weiter Entfernung vom Zahn. Das Epithel atrophiert mit Hinterlassung isoliert im Bindegewebe liegender Haufen. Namentlich die Kalkverarmung des Dentins verursacht die Fraktur der Zähne.

Fleischmann hat dann die Resultate Erdheims in bezug auf die klinischen Befunde beim Menschen nachgeprüft und durchaus bestätigt gefunden. Nach ihm kann kein Zweifel obwalten, daß die Hypoplasien lediglich als Folge der Tetanie beziehungsweise als Folge der die Tetanie bedingenden Umstände aufzufassen sind, und daß insbesondere die Rachitis kein für die Ätiologie der Hypoplasien maßgebender Faktor ist.

Die Beweise liegen hauptsächlich in folgenden Überlegungen:

Zunächst in dem bedeutenden Mißverhältnis zwischen Häufigkeit der Rachitis und der Hypoplasien. Rachitis kommt in 60—90% vor, Hypoplasien in 2—7%.

Da die Hypoplasien hauptsächlich an jenen Zähnen auftreten, die im ersten Lebensjahre gebildet werden, muß auch der sie verursachende Faktor in dieser Zeit wirksam gewesen sein. Die schwersten Fälle von Rachitis sind aber häufiger im zweiten und dritten Lebensjahr. Die Zähne dieser Entwicklungsperiode sind aber viel seltener befallen.

Der stark intermittierende Charakter der die Hypoplasien verursachenden Störung, der sich in der furchenartigen Form derselben ohne weiteres ausspricht, trifft für die Rachitis, die einen chronischen Verlauf zeigt, nicht zu.

Die Hypoplasien sind nicht vergleichbar den durch die Rachitis verursachten Veränderungen im Dentin. Während es sich im letzteren Falle lediglich um eine Störung oder ein Ausbleiben in der Kalkablagerung handelt, beruhen die ersteren auf einer tatsächlichen Defektbildung des Grundgewebes, indem eine Gruppe der Schmelzprismen ihr Wachstum früher einstellt als normalerweise, wodurch eine Vertiefung, eine Hypoplasie entsteht.

Anderseits fällt die Entwicklungszeit der vorwiegend mit Hypoplasien behafteten Zähne mit der Zeit zusammen, in welcher auch die Kindertetanie

am häufigsten auftritt; auch hat die Tetanie öfter intermittierenden Charakter und gibt somit eine ausreichende Erklärung für das intermittierende Auftreten auch der Hypoplasien ab, und schließlich ist der Schmelz ektodermalen Ursprungs, und es ist schon seit langem bekannt und neuerdings durch Erdheim experimentell bewiesen, daß gerade die ektodermalen Bildungen (Nägel, Haare, Linse) durch die Tetanie beeinflußt werden.

In letzter Zeit hat nun Kranz in mehreren ausgezeichneten Arbeiten die Untersuchungen Erdheims und Fleischmanns nachgeprüft und erweitert. Er hat es wahrscheinlich gemacht, daß nicht allein die Nebenschilddrüse, sondern vielleicht sämtliche Drüsen mit innerer Sekretion in Beziehung stehen zu der Entwicklung des Skelett- und Zahnsystems, daß aber zum mindesten auch die für die kretinistischen Knochen- und Zahnanomalien in Betracht kommende irreguläre Schilddrüsenfunktion als mitverantwortlich anzusprechen ist. Das Vorkommen von trophischen Störungen bei Myxödem (Atrophie der Zähne und Nägel, Ausfallen der Haare, Fehlen der Schweißdrüsen usw.) war bereits seit langem bekannt. So konnte auch Kranz bei seinen umfangreichen Untersuchungen an lebenden Kretinen und Kretinschädeln bei den meisten von ihnen die als Hypoplasien bezeichneten Fehler in der Struktur der Zähne feststellen; selbst die Molaren und Prämolaren waren in vielen Fällen von Schmelzdefektringen umzogen. Er bildet einen derartigen Schädel ab, wo bis zum Weisheitszahn kein Zahn von derartigen regelmäßigen Schmelzdefektringen verschont geblieben ist. Seine experimentellen Untersuchungen an Kaninchen und Schweinen, denen er die Schilddrüse entfernte, zeigten dasselbe Resultat, indem auch hier die Struktur der Zähne Abweichungen von der Norm zeigte (Riffelungen, Brüchigkeit).

Auch seine Nachprüfung der Erdheimschen Befunde bestätigten diese durchaus. Es scheint aber aus diesen Untersuchungen wie aus denjenigen anderer Autoren hervorzugehen, daß entgegen der Auffassung von Fleischmann doch ein pathogenetischer Zusammenhang zwischen infantiler Tetanie und Rachitis vorhanden zu sein scheint, wenn auch das ursächliche Moment, das zur Schädigung der Epithelkörper und in der Folge zur Tetanie führt, bis jetzt noch nicht gefunden ist.

Auch die anderen untersuchten Drüsen (Thymus-, Hypophysis-, Keimdrüsen) scheinen Beziehungen zur Entwicklung der Kiefer und Zähne zu besitzen, wenn dieselben auch nicht so offensichtlich in Erscheinung treten wie bei der Schilddrüse und den Epithelkörperchen.

Kranz hat dann auch noch Stellung genommen zu der Frage der Bedeutung der Lues congenita für die Hypoplasien, die immer wieder noch in diesem Sinn in Anspruch genommen wird. Insbesondere sind es in letzter Zeit zwei Autoren gewesen, Pasini und Cavallaro, die die Frage der Spezifität der Hypoplasien für kongenitale Lues in bejahendem Sinn sogar

für gelöst halten. Sie sind zu dieser Auffassung gekommen, weil sie in Zahnkeimen luetischer Feten Spirochäten nachweisen konnten. Kranz tritt dieser Ansicht und wohl mit Recht scharf entgegen. Er weist darauf hin, daß es kein Wunder sei, wenn in einem Fötus, der an einer Spirochätensepsis zugrunde gegangen ist, bei dem der ganze Körper von Spirochäten überschwemmt ist, sich auch in den Zahnkeimen Spirochäten vorfinden. Gegen das Vorhandensein eines lokal syphilitischen Prozesses spricht vor allen Dingen — dieses Argument scheint mir zur Entscheidung der Frage durchaus zu genügen — die symmetrische Anordnung der Hypoplasien an den Zähnen gleicher Entwicklungsperioden. Würde es sich um einen lokalen Prozeß handeln, so müßten die Folgen der Infektion sich unregelmäßig an den gerade befallenen Zähnen äußern. Kranz weist dann weiter von neuem darauf hin, daß auch der sogenannte Hutchinsonzahn sich in nichts von anderen Hypoplasien unterscheide, daß er lediglich einen besonderen Grad derselben darstellt, der zum Teil auch durch die mechanischen Reibungen beim Kauakt die typische Form erhalte. Er zeigt dann weiter, daß an kongenital luetischen und an gesunden Individuen die gleichen Befunde vorkommen, daß Zahnanomalien bei Luesfreien eine mindestens ebenso häufige Erscheinung sind wie bei Patienten mit kongenitaler Lues. Auch die einzelnen Formen der Hypoplasien zeigen sowohl bei den Syphilispatienten wie bei den Luesfreien und bei den ebenfalls mit zum Vergleich herangezogenen Kretinen in keiner Weise besonders differente Charakteristika, die auf ein spezifisches Virus schließen lassen könnten. Es finden sich überall dieselben bekannten Formen der Hypoplasien.

Das gilt übrigens auch von der von Zinnsser als pathognomisch für Lues congenita gehaltenen Hypoplasie der Kaufläche des ersten Molaren und auch vor allen Dingen selbstverständlich für den Carabellischen Höcker, der doch einen normalen Bestandteil des ersten Molaren darstellt und der merkwürdigerweise in neuester Zeit von französischen Autoren als ein Zeichen der Lues congenita bezeichnet worden ist.

Kranz glaubt sich daher nach seinen Untersuchungen der Auffassung von Erdheim und Fleischmann anschließen zu müssen, allerdings in der erweiterten Fassung, daß nicht nur die Epithelkörperchen, sondern der gestörte Stoffwechsel mehrerer wenn nicht aller endokriner Drüsen für die Zahnentwicklung von außerordentlicher Bedeutung sei.

Nicht geklärt bleibt meines Erachtens die Frage, warum gerade die in dem ersten Lebensjahr sich entwickelnden Zähne vorzugsweise von der Störung betroffen werden. Die Autoren, die annehmen, daß die verschiedenartigsten Krankheiten Hypoplasien verursachen können, glauben, daß der kindliche Körper widerstandsfähiger wird, so daß es zu so eingreifenden Störungen nicht mehr kommt. Das scheint mir wenig wahrscheinlich zu

sein, da der Begriff der Widerstandsfähigkeit ja durchaus relativ ist und kaum vom Lebensalter abhängt, wenigstens nicht in solchem Grade. Kranz nimmt an, daß entweder die Primärstörung im ursächlichen Organ aufhört, oder daß die inneren Drüsen antagonistisch oder vikariierend aufeinander eingestellt sind und durch einen Funktionsausgleich eine Regulierung des Kalkstoffwechsels vor sich geht.

Nun hat neuerdings Walkhoff die Infektionstheorie Kochs aufgenommen und für die Entstehung der Hypoplasien verwertet. Er scheint aber Koch mißverstanden zu haben, da er eine direkte Schädigung des Gewebes, ein Eindringen der Mikroorganismen in den Zahnkeim annimmt, während Koch doch gerade betont, daß dieselben durch ihr Eindringen in die Wachstumszentren der Knochen gewissermaßen nur den auslösenden Reiz darstellen, selbst aber dann schnell zugrunde gehen. Damit ist aber das regelmäßig intermittierende Auftreten der Hypoplasien an homologen Zähnen und an den Stellen derselben Entwicklungsperioden ganz unvereinbar. Durch Mikroorganismen hervorgerufene Schädigungen müßten, wie schon Kranz hervorgehoben hat, ganz regellos die verschiedensten Zähne und die verschiedensten Stellen betreffen. An dieser Überlegung muß jede Hypothese scheitern, die die Schmelzdefekte durch direkte Infektion erklären will.

Zum Schluß dieses Abschnittes soll noch auf jene Defekte des Schmelzes hingewiesen werden, die sich öfter bei Prämolaren vorfinden. Es handelt sich um muldenförmige flache Vertiefungen von bisweilen erheblicher Ausdehnung, die gelblich oder bräunlich verfärbt sind. Die Ursache bilden wahrscheinlich eiterige Prozesse an den entsprechenden Milchmolaren. Hierdurch kann das Schmelzorgan des bleibenden Zahnes in Mitleidenschaft gezogen werden und es kann zu einer Störung der Schmelzabscheidung kommen. Diese Defekte, die an allen Stellen der Prämolaren vorkommen, sind ein treffender Beweis für die soeben ausgesprochene Ansicht, daß lokale Prozesse niemals die Regelmäßigkeit der Defektbildung zeigen können, wie es bei den vorher beschriebenen Hypoplasien die Regel ist.

Mißbildungen.

Was die Mißbildungen betrifft, welche sich auf ganze Zahnreihen und Kiefer beziehen, so gehören dieselben zwar zu den großen Seltenheiten, aber der Vollständigkeit halber sollen die wichtigsten davon hier erwähnt werden.

Es kommen Verdoppelungen des Ober- oder des Unterkiefers vor. Zu diesen Doppelbildungen gehören die Epignathie und die Polygnathie. Im ersteren Falle ist die zweite Kieferanlage als der Rest eines weiteren Individuums aufzufassen, im letzteren repräsentiert der zweite Kiefer eine überzählige Kieferanlage desselben Fetus.

Sowohl von Polygnathie als auch von Epignathie sind einige Fälle beschrieben worden. Am bekanntesten ist wohl der von W. Meyer beobachtete Fall. Er stammt aus der Bonner chirurgischen Klinik und betrifft ein 14jähriges Mädchen, das von Geburt an bei sonst normalem Verhalten eine walnußgroße Geschwulst nach außen vom linken Unterkieferbogen aufwies. Die Dentition begann im 15. Monat und soll in richtiger Weise vor sich gegangen sein. Die Geschwulst nahm mit dem Wachstum des Kindes zu, und im 7. Jahr erschien auf derselben vorn ein Zahn, dem mit der Zeit noch sechs andere folgten. Späterhin kam es zu einer teilweisen zweiten Dentition (Fig. 339).

Daß es sich in diesem Falle um einen Epignathus handle, ist nach Meyer deshalb wenig wahrscheinlich, weil bisher wohl »Knorpel, Knochenplatten und Röhrenknochen« häufig »im« Tumor gefunden, die Rückbildung eines Parasiten einzig und allein auf einen derartig angehefteten und ausgebildeten Unterkiefer aber bisher weder für möglich angenommen, noch beobachtet worden sei. Meyer glaubt, daß es sich bei der vorliegenden Mißbildung ursprünglich um die Entwicklung eines überzähligen Kiemenbogens gehandelt habe, der aber nur mit den vorderen zwei Dritteln des Unterkieferfortsatzes zur weiteren Ausbildung gekommen sei und so den rudimentären Pseudokiefer produziert habe. Zu verstehen sei freilich nicht, warum der aus dem überzähligen Kiemenbogen entstandene Unterkiefer nicht unterhalb des eigentlichen normalen Unterkiefers geblieben, sondern seitlich nach links und oben auf die äußere Fläche des anderen hinaufgezogen oder geschoben sei. Für diese Annahme der Genese des zweiten Unterkiefers würden nach Meyer auch die Analoga seines Falles (der von Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire beim Kalbsschädel beschriebene akzessorische Unterkiefer und der von Israel mitgeteilte Fall von Verdoppelung der linken Unterkieferhälfte) sprechen; außerdem weist er darauf hin, daß seine Theorie in der vergleichenden Embryologie eine gewisse Stütze finde, insofern bei gewissen niederen Tieren die Kiemenbögen in größerer Anzahl angelegt seien, einige Ichthyopsiden besäßen 5, manche Haifische



Fig. 339.
Polygnathie nach Meyer.

(Notidanus) sogar 6 oder 7 (mit Ausschluß des Hyoid- und Mandibularbogens).

Bei weitem nicht so selten wie die Polygnathie scheint die Epignathie zu sein. Bland Sutton, dessen Ausführungen ich entnehme, daß bei Tieren auch eine Agnathie (Fehlen des Unterkiefers) sowie ein Fehlen des Oberkiefers vorkomme, gibt bezüglich der Epignathie an, daß dieselbe beim Menschen nicht selten sei; Ahlfeld habe 40 derartige Fälle am Oberkiefer nachgewiesen, auch am Unterkiefer sei eine Anzahl beobachtet worden.

Einen teratoiden Epignathus am Oberkiefer eines Säuglings hat vor kurzem Zilz beobachtet. Derselbe stellte eine sanduhrförmige Geschwulst dar, die in der Mitte der oberen Zahnfleischleiste derart gelegen war, daß ein kugelrunder, etwa haselnußgroßer Teil unter der Oberlippe hervorragte, während der zweite durch einen dünnen Stiel mit diesem zusammenhängende Teil in einer linksseitigen Kieferspalte entsprechend der fötalen Vereinigungslinie zwischen Oberkieferfortsatz und Zwischenkiefer eingebettet lag.

Beide Formen von Mißbildungen kommen auch bei Tieren vor. So haben Bünte und Moral einen Fall von Polygnathie bei Bos taurus beschrieben.

Verwachsungen, Verschmelzungen, Zwillingsbildungen.

Sind zwei Nachbarzähne dadurch miteinander verbunden, daß sich um ihre Wurzeln ein gemeinschaftlicher Zementmantel gebildet hat, so spricht man von einer Verwachsung. Verwachsungen beziehen sich also immer nur auf Zahnwurzeln und immer nur auf die Zementschichten derselben.

Unter Verschmelzungen versteht man die organische Vereinigung der Zahnbeinkörper zweier benachbarter Zähne, und zwar kann die Verschmelzung sich auf die ganzen Zähne oder auf einen Teil, die Kronen oder die Wurzeln derselben, beziehen.

Zwillingsbildungen setzen eine Überzahl von Zähnen respektive Zahnkeimen voraus; anstatt eines Zahnkeimes haben sich innerhalb eines Zahnsäckchens zwei Zahnkeime gebildet, die dann miteinander partiell oder total verschmolzen sind.

Mit dieser Definition sei den Ausführungen Wedls gefolgt, welche auch von anderen Autoren (wie Baume und Scheff) adoptiert wurden. Über dieses Thema hat Busch 1891 auf dem X. internationalen medizinischen Kongreß zu Berlin sowie 1894 in der Deutschen odontologischen Gesellschaft zu Berlin je einen Vortrag gehalten, welche 1897 noch weiter ausgeführt wurden (siehe den Schluß dieses Kapitels) und auf welche noch zurückgekommen wird.

Betrachten wir zunächst die Verwachsungen und die Verschmelzungen genauer, so besteht der Unterschied zwischen beiden nach Wedl darin, daß bei den ersteren die Verbindung **nach** geschehener Bildung mittels Zementsubstanz stattfindet, während die letztere sich **bei** der Bildung der benachbarten Zähne vollzieht. Daraus geht hervor, daß Verwachsungen nur an Zahnwurzeln vorkommen, und zwar in der Weise, daß nach Resorption des trennenden Alveolenseptums die beiden in Kontakt tretenden Wurzeln durch neu sich bildendes Zement miteinander verbunden werden. Kronen verwachsen niemals, und die Wurzeln bleiben bei Verwachsungen insofern gesonderte Gebilde, als jede ihren selbständigen Pulpenkanal besitzt.

Verschmelzungen können, wie schon erwähnt, in der ganzen Ausdehnung der betreffenden Zähne stattfinden und sind dann totale, oder es können zwei Kronen oder zwei Wurzeln miteinander verschmolzen sein, partielle Verschmelzung. In seiner Pathologie der Zähne sagt Wedl zwar, daß bei vollkommen verschmolzenen einwurzeligen Zähnen charakteristisch sei: eine gemeinschaftliche, in jede der beiden Kronen sich verlängernde Pulpahöhle und ein bald gemeinschaftlicher, bald gespaltener Wurzelkanal. Im Atlas von Heider und Wedl ist dagegen zu Fig. 22 angegeben: Querschnitt durch die Kronen zweier verschmolzener Milchzähne (Schneide- und Eckzahn), die Pulpahöhle des Schneidezahnes und jene des Eckzahnes sind voneinander getrennt. Die Verschmelzung der Pulpahöhlen scheint also doch nicht das Hauptcharakteristikum der Verschmelzung überhaupt zu sein, dasselbe ist vielmehr darin zu suchen, daß die Dentinmassen der beiden Zähne direkt ineinander übergehen; über den gemeinschaftlichen Dentinkörper breitet sich dann in der Region der Kronen ein gemeinschaftlicher Schmelzmantel, in der Region der Wurzeln eine ebensolche Zementhülle. Die Grenze zwischen beiden Zähnen markiert sich durch eine mehr minder tiefe Furche. In dem Fig. 341 abgebildeten Unterkiefer fand sich eine Verschmelzung der beiden rechtsseitigen Schneidezähne (bei Fig. 342 links). Fig. 340 zeigt einen Oberkiefer, in welchem die beiden Schneidezähne *a, b* rechts und links je miteinander verschmolzen sind. Fig. 349 zeigt zwei Milchschneidezähne und einen Milcheckzahn miteinander verschmolzen.

In gewissem Sinne analog ist der von Al. Meyer veröffentlichte Fall der Verwachsung dreier Zähne; in diesem waren die beiden Schneidezähne und der Eckzahn des linken Oberkiefers (an den Wurzeln) miteinander verwachsen.

Verwachsungen kommen nach Wedl und, soweit sie bleibende Zähne betreffen, auch nach Busch hauptsächlich zwischen dem zweiten oberen Mahl- und dem Weisheitszahne vor; weiterhin gibt Busch an, daß es sich,

wenn Milchzähne miteinander verwachsen waren, fast immer nur um Frontzähne gehandelt hat. Sehr wichtig erscheint auch die Angabe Buschs, daß die Grenze für die Verwachsung immer durch die Mittellinie gebildet werde.

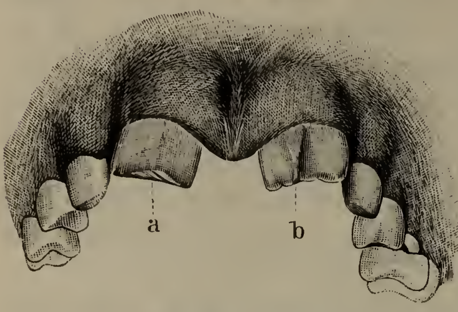


Fig. 340 (Scheff).

Die hier abgebildeten sechs Fälle von Verwachsung (Fig. 343 bis 348) beziehen sich sämtlich auf obere Molaren und entstammen alle dem Besitze Scheffs.

Aus dem schon Erwähnten ist zu ersehen, daß Zwillingszähne sich von verschmolzenen und von verwachsenen Zähnen wesentlich unterscheiden. Einen typischen Fall hierfür haben wir in dem in Fig. 350 abgebildeten von Nessel.

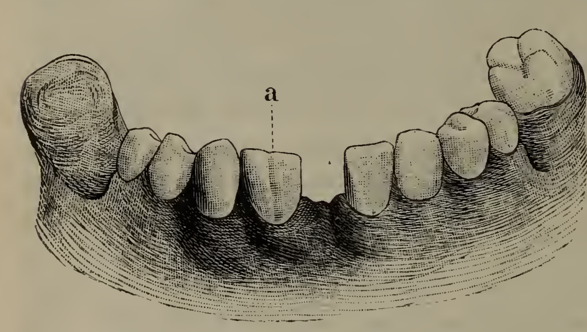


Fig. 341 (Scheff).

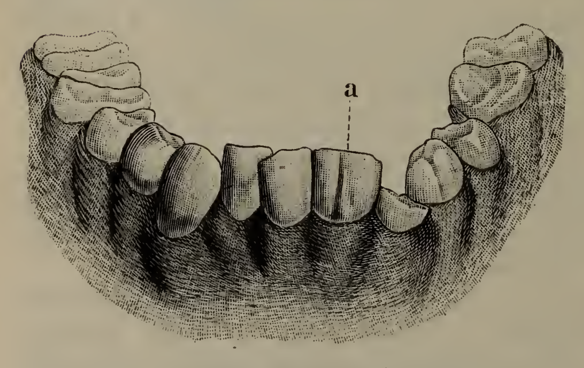


Fig. 342 (Scheff).

Der rechtsseitige untere seitliche Schneidezahn ist ein Doppelzahn; da nun außer diesem im Unterkiefer noch drei weitere, ganz normal gebildete Schneidezähne vorhanden sind, so ist der erstgenannte ein wirklicher Zwillingszahn zu nennen; an seiner Stelle waren zwei Zahnkeime anstatt eines angelegt, und diese beiden sind innerhalb des Zahnsäckchens miteinander verschmolzen. Der zweite hier abgebildete Fall eines Zwillingszahnes (Fig. 351) rührt von Scheff her. Wahrscheinlich ist hier der rechte mittlere Schneidezahn doppelt angelegt, denn der rechte und linke seitliche Schneidezahn sind vorhanden. Da nach Busch die Grenze der Verschmelzungen respektive Verwachsungen in der Mittellinie liegt, so gehören die beiden Zahngebilde, welche zu einem Zwillingszahn verschmolzen sind,

ganz auf die rechte Seite, und da außerdem noch der normale seitliche Schneidezahn vorhanden ist, so haben wir auch in dem Falle von Scheff einen wahren Zwillingszahn vor uns. Fig. 352 zeigt eine (Dr. Klein) Zwillingsbildung, bei welcher die Vereinigung des rechten großen Schneidezahnes mit einem gleichgeformten überzähligen Nachbarzahn erfolgte. Die Kronen beider Zähne sind partiell in ihrer oberen Hälfte durch einen länglichen Schmelztropfen vereinigt, die untere Hälfte ist frei, ebenso sind, wie die radiologische Untersuchung ergibt, zwei vollständig separierte Wurzeln vorhanden.

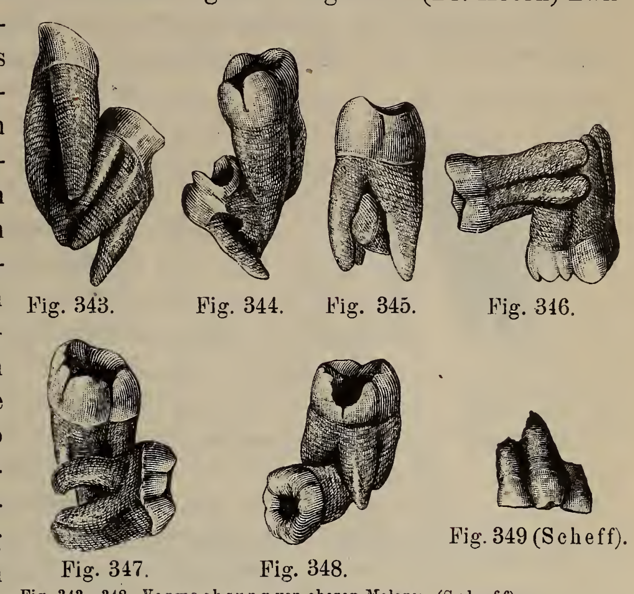


Fig. 343. Fig. 344. Fig. 345. Fig. 346.

Fig. 347. Fig. 348. Fig. 349 (Scheff).

Fig. 343—348. Verwachsung von oberen Molaren (Scheff).

Weitere Fälle von Zwillingszahnbildung sind in den Fig. 353 bis 355 abgebildet, welche gleichfalls von Scheff beobachtet wurden.

Auf alle bisher veröffentlichten Fälle von Zwillingszähnen auch nur annähernd einzugehen ist hier nicht möglich und wäre auch zwecklos.

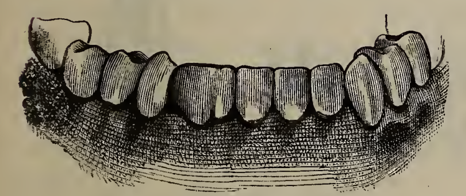


Fig. 350.
Zwillingszahn (Nessel).

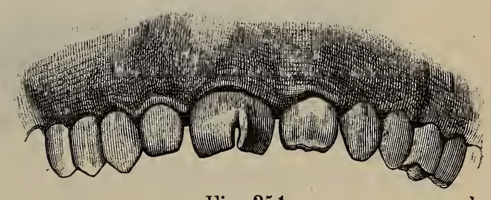


Fig. 351.
Zwillingszahn (Scheff).

Es soll hier nur noch kurz auf die Bedeutung hingewiesen werden, die die Verschmelzung von Zähnen für die Stammesgeschichte des Gebisses besitzt. Man nimmt bekanntlich an, daß außer einer fortschreitenden Differenzierung im Beginne der Entstehung des Säugetiergebisses auch Verschmelzungsprozesse eine Rolle gespielt haben, nicht in dem Sinne natürlich, daß fertiggebildete Zähne miteinander verschmolzen sind, sondern derart, daß neben- oder hintereinander liegende, noch in der Entwicklung begriffene Zahnanlagen derselben oder verschiedener Dentitionen miteinander verwachsen sind.

Heute sind von diesem Entwicklungsprozeß nur schwer zu deutende Spuren vorhanden. Im allgemeinen steht es fest, daß jeder, auch der komplizierteste Molar aus einer einheitlichen Papille hervorgeht.

Die Annahme von Verschmelzungen bei der Herausbildung des heutigen Säugetiergebisses wird vielfach bestritten. Außer anderen wichtigen Gründen spricht aber das Vorkommen derartiger Verschmelzungen im heutigen Gebiß des Menschen, auch wenn dieselben nur als Anomalien zu gelten haben, durchaus für diese Auffassung. Verschmelzungen kommen offenbar viel häufiger im Milchgebiß als in der bleibenden Reihe vor, eine Tatsache, die nur auf Grund folgender Erwägungen verständlich ist. Das Milchgebiß repräsentiert nämlich eine phylogenetisch frühere Entwicklungsstufe, die sich auch an dem Bau der Zähne erster Dentition ausspricht. Das gilt nicht nur für den Menschen, sondern auch für andere Säugetierformen, wie dieses insbesondere von Wilhelm Leche einwandfrei nachgewiesen worden ist. So scheint auch das häufigere Vorkommen von Verschmelzungen im Milchgebiß darauf hinzudeuten, daß sich hierin eine Reminiszenz an ein Geschehen

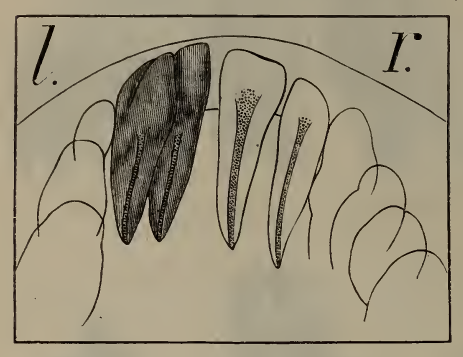


Fig. 352.

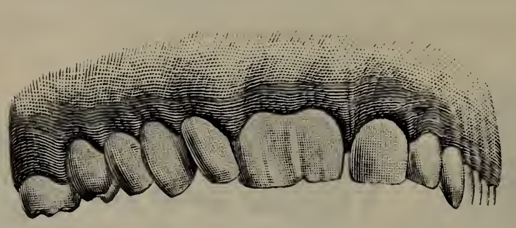


Fig. 353.





a b

Fig. 354.
Zwillingszahnbildung (Scheff).
a **Unterkiefermilchzähne.** *b* **Oberer Zwillingszahn.**

der frühesten Stammesgeschichte ausspricht, während in dem modernen bleibenden Gebiß die Erinnerung hieran bereits viel mehr verlorengegangen ist.

In der vorigen Auflage war an dieser Stelle eine kurze Bemerkung über die sogenannten prismatischen Wurzeln der Molaren eingefügt. Sie wurden damals hier eingereiht, weil Scheff annahm, daß es sich bei dieser Anomalie um eine Formveränderung durch Verwachsung der Wurzel zu einem prismatischen Körper handelte. Diese Auffassung ist wohl nicht zutreffend. Es handelt sich nicht um eine Verwachsung, sondern um das

völlige Ausbleiben der Bildung getrennter Wurzeln. An Stelle von drei im Ober- respektive von zwei Wurzeln im Unterkiefer findet sich eine prismatische oder zylinderförmige Wurzel, deren Ende durch einen flachen, mehr oder weniger konkaven Deckel abgeschlossen ist. Dieser Deckel entspricht der Innenseite der sonst getrennten Wurzeln.

Diese Zähne haben eine besondere Rolle gespielt, weil sie besonders zahlreich bei dem von Gorjanovicz-Kramberger entdeckten fossilen Menschen von Krapina gefunden wurden. Sie gaben den Anlaß zu einer Polemik zwischen dem Entdecker und mir, weil ich im Gegensatz zu diesem auf Grund des ungewöhnlichen Baues dieser Wurzeln und auf Grund noch anderer eigenartiger Merkmale des Gebisses des Menschen von Krapina diesen als eine besondere Art des altdiluvialen Menschen erklärt habe, eine Auffassung, an der ich auch heute noch unbedingt festhalte. Übrigens sind Zähne mit prismatischen Wurzeln auch beim heutigen modernen Europäer gefunden worden. Immerhin sind sie aber sehr selten und betreffen stets obere Molaren. Meines Wissens ist bisher noch kein Fall eines solchen unteren Mahlzahnes beobachtet worden, während solche gerade beim Menschen von Krapina häufig sind.

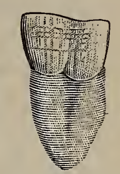


Fig. 355. Zwillingszahn (oberer rechter großer und kleiner Schneidezahn).

Endlich sei hier noch eine Mißbildung erwähnt, die wohl fälschlich als eine besondere Form der Verschmelzung betrachtet und mit dem Namen »Dens in dente« bezeichnet wird. Schon Busch berichtet ausführlich über fünf derartige Beobachtungen, und in letzter Zeit haben de Jonge Cohen und Moral weitere Fälle beschrieben.

Es handelt sich hierbei wohl aber um keine Verschmelzung, sondern lediglich um eine frühzeitige Abtrennung eines Teiles des Schmelzorgans, der sich innerhalb der gesamten Zahnanlage zu einem besonderen Zahnkörper entwickelte. So kommt es denn auch, daß, wie schon Busch beschrieben hat, in dem äußeren Zahngebilde der Schmelz nach außen, in dem inneren aber nach innen gewendet ist und das innere Gebiß einen Hohlraum umschließt, der ursprünglich von dem abgetrennten Teil des Schmelzorgans eingenommen gewesen ist.

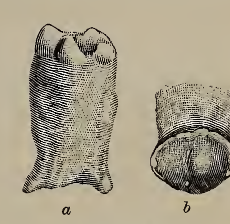


Fig. 356.
a Prismatischer Zahn (oberer Molar). *b* Wurzelende von *a*.

Eine besondere Stellung nimmt dagegen der von Baume 1874 beschriebene Fall ein. Hier hat sich ein fehlender I^2 innerhalb des C entwickelt, so daß man hier wohl von einer Verschmelzung sprechen kann.

Zum Schluß sei noch Buschs Ansicht erwähnt. Er unterscheidet zwischen Zahnverwachsungen, Dentes concreti, Zahnverschmelzungen, Dentes

confusi, und Zwillingszähnen, Dentes geminati. Bei der ersten Anomalie sind zwei Zähne, welche vollkommen getrennt eingelagert waren, erst nachträglich durch Zementhypertrophie an ihren Wurzeln ineinander verwachsen. Bei der zweiten Anomalie sind zwei normale Zahnkeime bereits zu derselben Zeit, in welcher diese Keime noch aus weichem Gewebe bestanden, miteinander vereinigt gewesen und aus dieser Vereinigung ist dann ein hartes Doppelgebilde hervorgegangen; bei der dritten sind ein normaler Zahnkeim und ein überzähliger Zahnkeim bereits zu derselben Zeit, in welcher diese Keime noch aus weichem Gewebe bestanden, miteinander vereinigt gewesen, so daß aus denselben mit eintretender Dentifikation ein hartes Gebilde hervorging, welches man eben dann als Zwillingszahn. Dentes geminati, bezeichnet. Busch beschreibt im weiteren eine große Anzahl von Fällen dieser drei Gruppen, und zwar handelt es sich in denselben nicht nur um Frontzähne, sondern auch um Bikuspidaten und Molaren, bei welchen solche Anomalien beobachtet wurden. Mit besonderem Nachdruck weist Busch darauf hin, daß solche Verschmelzungen und Verwachsungen niemals über die Mittellinie hinaus stattfinden, und betont ferner, daß es bei der Beurteilung solcher Präparate immer sehr wichtig sei, außer den betreffenden Präparaten selbst noch einen Kieferabdruck des betreffenden Falles zu besitzen, da sonst leicht Irrtümer bezüglich der Situation des Präparats unterlaufen können. Endlich teilt Busch mit, daß auch bei Tieren derartige Anomalien vorkommen.

Das irreguläre Dentin (Sekundärdentin, Ersatzdentin, Dentikel).

Von

L. Fleischmann.

Die Bezeichnung irreguläres Dentin ist von Reich eingeführt worden. der darunter alle jene Dentinneubildungen versteht, die in der Anordnung und Verlaufsrichtung der Kanälchen eine Abweichung von der Norm aufweisen.

Das normale Dentin besteht aus der Grundsubstanz und einem dieses durchziehenden System dicht gelagerter Kanälchen. Die Kanälchen verlaufen in radiärer Richtung von der Pulpahöhle aus gegen die Oberfläche des Dentins, in der Wurzel leicht S-förmig gekrümmt, in der Krone im allgemeinen geradlinig. Beim irregulären Dentin ist zunächst die Verlaufsrichtung der Kanälchen geändert. Nach Reich besteht diese Veränderung 1. in einer Knickung der Kanälchen, 2. in einer seitlichen Verschiebung der Kanälchen, 3. in einer Torsion, 4. in mehrfachen Biegungen der Kanälchen, 5. in der Zwischenlagerung neuer Dentinkanälchen beziehungsweise der Ausbildung neuer Verästelungen, 6. in der Einbeziehung der Odontoblasten in das Dentin und der Verminderung der Zahl der Dentinkanälchen. Neben der geänderten Verlaufsrichtung ist auch häufig das Verhältnis von Grundsubstanz zu Kanälchen in dem Sinne verändert, daß die Grundsubstanz stark prävaliert und die Kanälchen viel spärlicher vorhanden sind. Außerdem zeigt die Grundsubstanz häufig einen ausgesprochen lamellären Bau mit Begrenzungslinien zwischen den einzelnen Lamellen. Diese selbst verlaufen im allgemeinen parallel zur Pulpahöhlenwand, in freien Dentikeln konzentrisch um den Mittelpunkt desselben. Sehr häufig finden wir in der Grundsubstanz zellige Einschlüsse, die, wenn sie mit Ausläufern versehen sind, den Knochenkörperchen vollständig gleichen (Osteodentin älterer Autoren).

Makroskopisch ist das irreguläre Dentin, sofern es nicht durch die besonderen topographischen Verhältnisse (Verengerung der Pulpahöhle) gekennzeichnet ist, vom normalen häufig nicht zu unterscheiden, nur in jenen

Fällen, in denen die Kanälchen sehr spärlich sind, unterscheidet es sich vom normalen. Es ist dann hornartig durchscheinend, in dünnen Lagen durchsichtig und zeigt eine mehr weniger ausgesprochene graue oder gelbliche Verfärbung. Es gleicht dann in seinem Aussehen dem transparenten Dentin, von dem es aber streng zu sondern ist. Es ist von geringerer Härte als das normale Dentin.

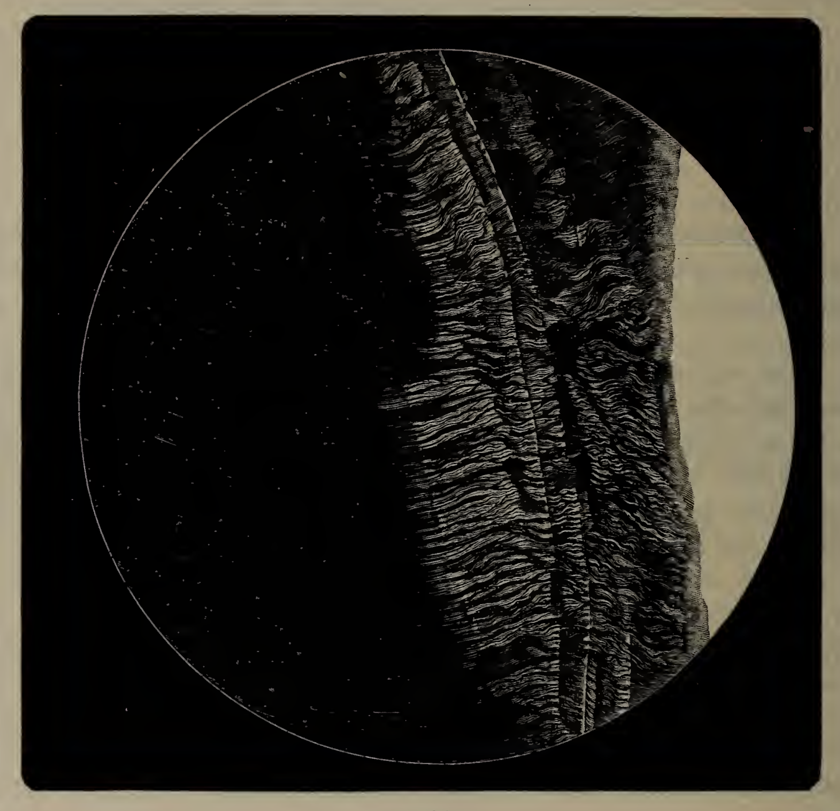


Fig. 357.

Irreguläres Dentin: Knickungen, Biegungen und Torsionen der Kanälchen.

Die Entwicklung des irregulären Dentins gleicht im allgemeinen der normalen, doch sieht man auch, insbesondere bei Ersatzdentin (manchmal auch bei Dentikeln), Bilder, aus denen hervorgeht, daß die Pulpafibrillen direkt in das Dentin einstrahlen (Fischer).

In ätiologischer Hinsicht können wir zwei große Gruppen irregulären Dentins unterscheiden, die in histologischer Beziehung einander völlig gleichen, so daß wir nicht in der Lage sind, auf Grund des histologischen Befundes die Ätiologie festzustellen.

1. Irreguläres Dentin, das in physiologischer Weise, ohne daß die Pulpa irgendein Reiz trifft, jedenfalls als Folgeerscheinung des Alterns des Zahnes auftritt, und

2. irreguläres Dentin, das in pathologischer Weise immer dann gebildet wird, wenn die Tomesschen Fasern oder die Pulpa selbst von einem Reiz irgendwelcher Qualität (sei es chemischer, sei es mechanischer Natur) getroffen werden.

Das irreguläre Dentin der ersten Art bezeichnen wir als Sekundärdentin, das der zweiten Art als Ersatzdentin, weil es immer dann auftritt,



Fig. 358.
Irreguläres Dentin: Kanälchenarm, Grundsubstanz lamellös gebaut.

wenn an der Oberfläche des Zahnes Substanz verlorengegangen ist. Eine Mittelstellung zwischen diesen beiden ätiologischen Hauptgruppen nehmen die Dentikel ein, die beinahe immer vorhanden sind, wenn die Pulpa von einem Reiz getroffen wird, die sich aber auch in ganz gesunden Zähnen finden, ohne daß irgendein Reiz ausgeübt worden wäre.

Reich hat versucht, eine anatomische Einteilung in irreguläres Dentin erster, zweiter und dritter Ordnung aufzustellen je nach der Art und dem Grad der histologischen Veränderung. Nachdem aber in jeder der genannten ätiologisch begründeten Unterteilungen irreguläres Dentin jeder Ordnung vorkommen kann, scheint mir diese anatomische Einteilung ohne besonderen Wert.

I. Das Sekundärdentin.

Unter Sekundärdentin verstehen wir jenes irreguläre Dentin, das sich, ohne jede äußere Einwirkung, physiologischerweise nach der vollständigen Formation des Zahnes an der Innenwand des Dentinmantels anbildet. Nach Reich setzt die Bildung des Sekundärdentins schon ein, wenn der Zahn nach seinem Durchbruch in Gebrauch genommen wird. Er bezeichnet es demgemäß auch als irreguläres Dentin der Gebrauchsperiode. Doch ist seine Bildung von dem Gebrauch des Zahnes durchaus unabhängig, denn ich konnte mich überzeugen, daß Sekundärdentin auch in retinierten Zähnen

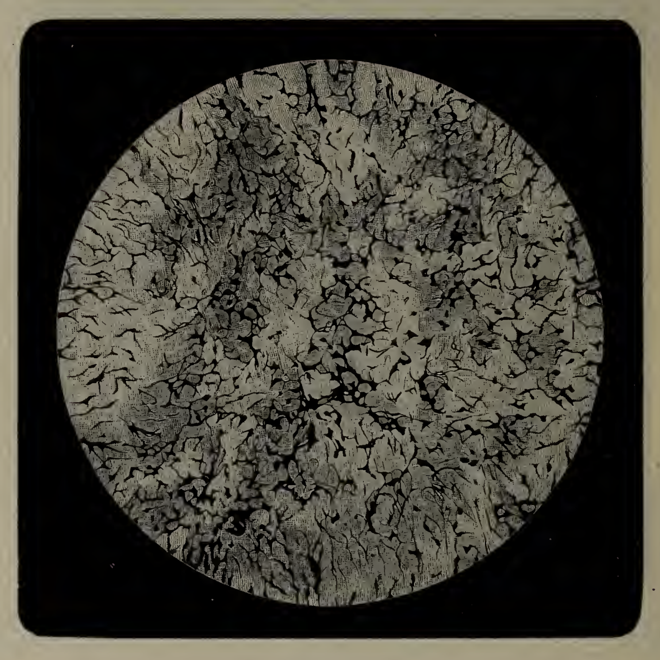


Fig. 359.

Irreguläres Dentin: Vereinzelte Kanälchen, zahlreiche zellförmige Einschlüsse mit Ausläufern (Osteodentin).

gebildet wird. Die Sache verhält sich so, daß nach der vollständigen Formation des Zahnes und nach vollendetem Wurzelwachstum die Funktion der Pulpa, Dentin zu bilden, wenn auch in bedeutend verlangsamtem Maße, weitergeht. Nur erfolgt statt regulären die Bildung irregulären Dentins. Es ist wahrscheinlich, daß das Wachstum des Sekundärdentins manchmal in Absätzen vor sich geht (Zeiten der Bildung wechseln mit solchen des Stillstandes ab), worauf der Umstand hinweist, daß das Sekundärdentin manchmal in Lamellen angelagert erscheint, die durch eine deutliche Trennungslinie begrenzt sind. Ganz hört die Bildung von Sekundärdentin erst

auf, wenn die Pulpahöhle auf einen Spalt reduziert ist; dann hat die Pulpa ihre Funktion erfüllt und bleibt ohne Odontoblastenschicht als gefäß- und zellarmer Bindegewebestrang nicht mehr funktionstüchtig zurück.

Das Sekundärdentin wird in flächenhafter Weise angebildet und führt daher zu einer zunehmenden Verengerung der Pulpahöhle. In der Wurzel geht diese Verengerung gleichmäßig vor sich, in der Krone mehrwurzeliger Zähne ist das Wachstum am Boden und Dach der Pulpakammer stärker als an den Seitenwänden (Loos). Am geringsten ist das Wachstum in den Pulpaspitzen. Kommt es bis zur Berührung der von Dach und Pulpakammer einander entgegenwachsenden Sekundärdentinmassen, so bleiben von der ganzen Pulpakammer nur zwei Spalten übrig, die von den Wurzelkanälen gegen die Spitze hinziehen. Vom makro- und mikroskopischen Aussehen gilt das über das irreguläre Dentin im allgemeinen Gesagte. Sekundärdentin findet sich in allen Zähnen, auch in Milchzähnen, besonders stark ausgebildet in persistierenden.

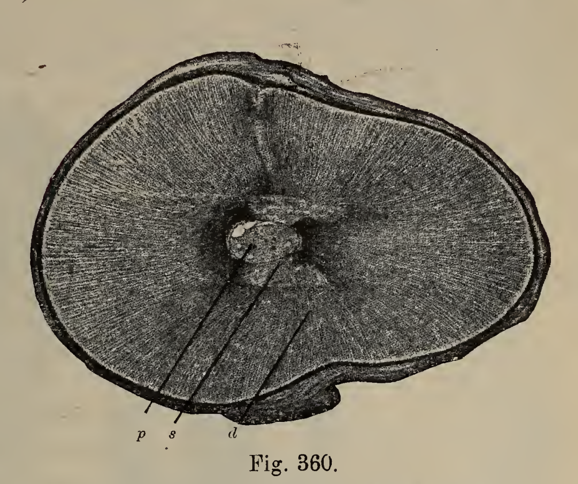


Fig. 360.

Querschnitt durch eine Wurzel: *p* Pulpa, *s* sekundäres Dentin, *d* normales Dentin.

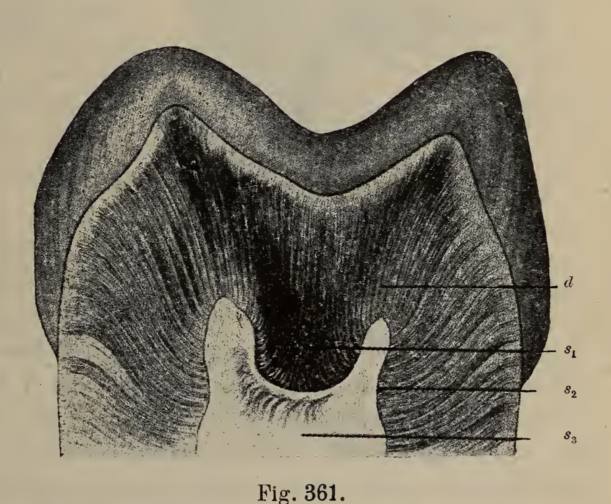


Fig. 361.

Längsschliff durch eine Molarkrone: *d* normales Dentin, s_1, s_2, s_3 sekundäres Dentin.

Die Diagnose des Sekundärdentins in nicht extrahierten und aufgesprengten Zähnen gründet sich auf sein regelmäßiges Vorkommen in allen älteren Zähnen, doch unterliegt seine Menge nicht unbedeutenden individuellen Schwankungen.

II. Ersatzdentin.

Ersatzdentin nennen wir jenes irreguläre Dentin, das sich im Gefolge eines Substanzverlustes an der Oberfläche, an korrespondierenden Stellen an der Innenfläche des Dentins ablagert. Das derartig gebildete neue Dentin bildet sozusagen den Ersatz für den Oberflächenverlust und führt daher seinen Namen. Das Ersatzdentin kommt nur an zirkumskripten Stellen an der Innenwand des Dentins zur Ausbildung und zeigt daher im Gegensatz zur flächenhaften Ausbildung des Sekundärdentins eine tumorartige, gegen die Pulpahöhle vorspringende Form.

Es tritt immer auf, wenn ein abnormer Reiz die Odontoblastenfortsätze trifft und die Pulpa noch funktionsfähig ist. Ist die Pulpa schon entzündet oder sind die Odontoblasten im Zustande der Koagulationsnekrose (Williger), so kommt es nicht mehr zur Bildung von Ersatzdentin. Im allgemeinen können wir sagen, daß um so mehr Ersatzdentin gebildet wird, je älter und chronischer der zerstörende Prozeß an der Oberfläche ist. Daß eine Schwächung des Organismus überhaupt (Fischer) die Funktionstüchtigkeit der Pulpa, also auch die Bildung von Ersatzdentin, in ungünstigem Sinne beeinflußt, ist nicht erwiesen.

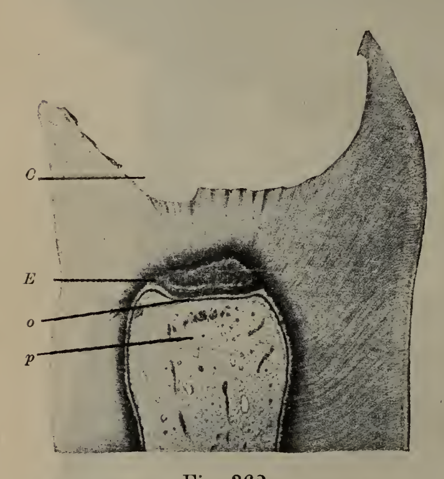


Fig. 362.
Kariöse Prämolarkrone: *C* kariöser Substanzverlust, *E* Ersatzdentin, *o* Odontoblastenschicht, *p* Pulpa.

Damit ein abnormer Reiz auf die Odontoblastenfortsätze direkt einwirken kann, ist es notwendig, daß diese bloßgelegt, beziehungsweise die sie beinhaltenden Dentinkanälchen eröffnet werden. Nur jene Odontoblasten, deren Fortsätze der Reizwirkung ausgesetzt sind, bilden Ersatzdentin, daher die zirkumskripte Entwicklung, die tumorartige Form und die Tatsache, daß ein und dieselben Kanälchen den Substanzverlust und das Ersatzdentin begrenzen (Loos).

Die Art des Reizes kann mechanischer oder chemischer Natur sein. Mechanischer Natur wird sie sein, wenn der Substanzverlust beziehungsweise die Eröffnung der Kanälchen herbeigeführt wird durch Abnutzung der Kaufläche, durch keilförmige Defekte oder durch Verletzungen des Zahnes; chemischer Natur, wenn die Eröffnung der Kanälchen durch Karies oder durch gelegte Füllungen erfolgt. Im ersteren Falle genügt es, wenn nur die schützende Schmelzdecke entfernt ist, weil in der Krone ein großer

Teil der Kanälchen frei an der Schmelzdecke endet, ja einzelne Kanälchen bis in den Schmelz hineinreichen.

Vom makroskopischen Aussehen und vom mikroskopischen Bau gilt gleich wie beim Sekundärdentin das beim irregulären Dentin im allgemeinen Gesagte. Die Diagnose des Ersatzdentins in vivo gründet sich auf sein gesetzmäßiges Vorkommen, selbstverständlich lebende, funktionstüchtige Pulpa vorausgesetzt. Wir können aus der Lage und Ausdehnung eines Substanzverlustes ganz bestimmte Schlüsse auf die Lage und Ausdehnung des Ersatzdentins ziehen, wenn wir uns des Umstandes erinnern, daß dieselben Kanälchen den Substanzverlust und das Ersatzdentin begrenzen, und wenn wir uns den radiären Verlauf der Dentinkanälchen vor Augen halten.

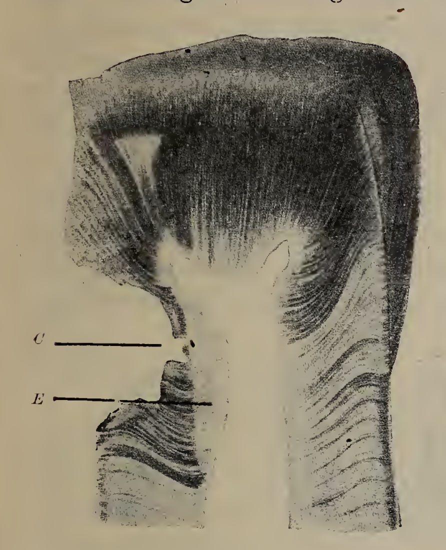


Fig. 363.
Approximale Karies einer Prämolarkrone. *C* kariöser Substanzverlust. *E* Ersatzdentin.

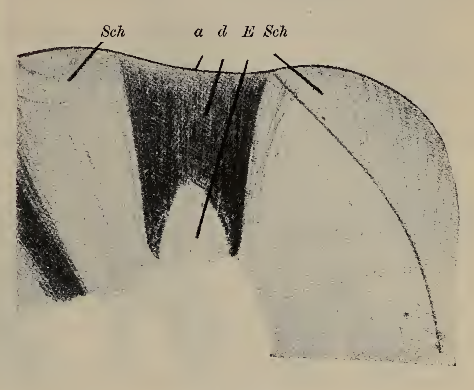


Fig. 364.
Abgenutzte Molarkrone: *Sch* einfacher Schmelz. *a* Vom Schmelz entblößte Stelle. *d* Normales Dentin. *E* Ersatzdentin.

III. Dentikel.

Unter Dentikel verstehen wir tumorartige Bildungen irregulären Dentins, die ihrer Lage nach bezeichnet werden:

1. als freie Dentikel, wenn sie ohne jeden Zusammenhang mit dem Dentinmantel frei im Pulpaparenchym liegen,

2. als adhärierende, wenn sie mit einem Teil ihres Umfanges in fester Verbindung mit dem Dentinmantel stehen, und

3. als interstitielle Dentikel, wenn sie innerhalb des Dentinmantels selbst liegen.

Freie und interstitielle Dentikel sind vom Sekundär- und Ersatzdentin infolge ihrer Situation ohne weiteres zu unterscheiden, dagegen kann es schon schwieriger sein, die adhärierenden immer zu unterscheiden. Sie sind im Gegensatz zur flächenhaften Ausdehnung des Sekundärdentins prominente tumorartige Bildungen, und im Gegensatz zum Ersatzdentin sind sie Bildungen, die ohne Substanzverlust an der Oberfläche zur Entwicklung gelangen. Von den Dentikeln sind die insbesondere in der Pulpa kariöser Zähne vorhandenen Kalkablagerungen zu trennen. Bei diesen handelt es sich um einfache Kalzifikation des Pulpagewebes, im allgemeinen längs der Gefäße verlaufend.

Die Größe der Dentikel ist sehr verschieden: von mikroskopisch kaum wahrnehmbar bis zur Größe der ganzen Pulpakammer. Ebenso verschieden ist ihre Gestalt: halbkugelig, kugelig, birnförmig usw. Die Oberfläche ist glatt oder höckerig. Häufig kommen durch Verwachsung mehrerer kleinerer



Fig. 365.
Verschieden geformte Dentikel (Loos).

Dentikel knollige, maulbeerförmige Gebilde zustande. Dentikel kommen einzeln oder mehrfach vor; sie sind von grauer oder gelblicher Färbung und im allgemeinen durchscheinend. Ihre Härte ist geringer als die des normalen Dentins, was nach Schlenker darauf beruhen soll, daß sie mehr phosphorsauren und weniger kohlensauren Kalk enthalten als das normale Dentin. Dentikel kommen in bleibenden Zähnen sehr häufig, in Milchzähnen selten vor. Sie finden sich in allen Zahngattungen, am häufigsten in den Mahlzähnen älterer Individuen, manchmal nur in einzelnen Zähnen, manchmal in sämtlichen Zähnen desselben Individuums. Sie finden sich ebenso häufig in gesunden als kariös erkrankten Zähnen. Sie sind auch im Tierreich verbreitet, insbesondere bei Herbivoren.

Vom mikroskopischen Bau gilt das vom irregulären Dentin im allgemeinen Gesagte. Hervorzuheben wäre nur, daß die Dentikel im allgemeinen sehr kanälchenarm sind, dagegen sehr häufig zahlreiche zellige Einschlüsse mit sternförmigen Ausläufern besitzen. Die Kanäle der adhärenten Dentikel hängen entweder mit dem Kanalsystem des normalen Dentins zusammen oder sie bilden, gleichwie die interstitiellen Dentikel, ein eigenes System.

Die Bildung der freien Dentikel erfolgt im allgemeinen durch Odontoblasten, die sich aus gewöhnlichen Pulpazellen entwickeln. Viele dieser neuentwickelten Odontoblasten haben keine Dentinfortsätze (Tomessche Fasern). In diesem Mangel liegt die Ursache des Fehlens der Kanälchen in einzelnen Teilen des Dentikels. Die Zellen bilden dann wohl Grundsubstanz, senden aber keine Fortsätze in dieselbe. Man könnte dies durch die Annahme erklären, daß wohl jede Pulpazelle die Fähigkeit besitzt, sich in einen Odontoblasten umzuwandeln, daß aber nur jene Zellen auch Fortsätze aussenden können, die gewissermaßen auf einem embryonalen Standpunkt verharrt sind.

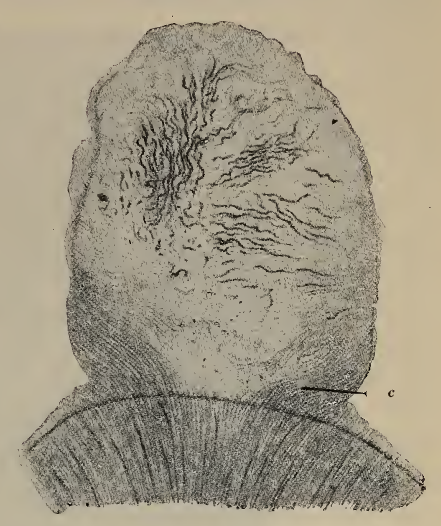


Fig. 366.
Adhärierender Dentikel; bei c Übergang der normalen Kanälchen in den Dentikel.

Die adhärenten Dentikel entwickeln sich entweder durch eine Ausstülpung eines Teiles der präexistenten Odontoblastenschicht (dann kommunizieren die beiden Kanalsysteme miteinander) oder durch Verwachsung eines ursprünglich freien Dentikels mit dem normalen Dentin



Fig. 367.
Adhärierender Dentikel ohne Zusammenhang mit den Kanälchen des normalen Dentins.

(dann sind getrennte Kanalsysteme vorhanden). Der letztere Modus dürfte auch für die Entwicklung der interstitiellen Dentikel gelten.

Über die Ursache der Dentikelbildung ist nichts Sicheres bekannt. Wir wissen nur, daß Dentikel sich jedenfalls auch unabhängig von äußeren Einflüssen

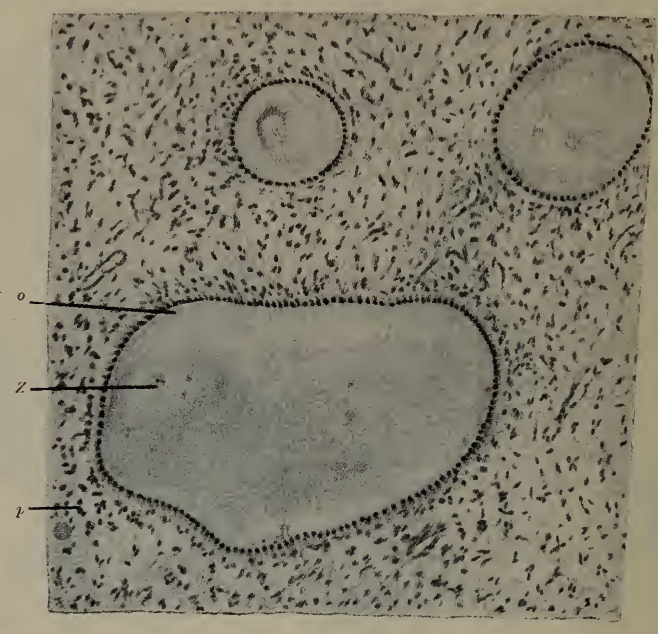


Fig. 368.
Pulpa mit drei Dentikeln. *p* Pulpa, *o* Odontoblasten, *Z* eingeschlossener Odontoblast.

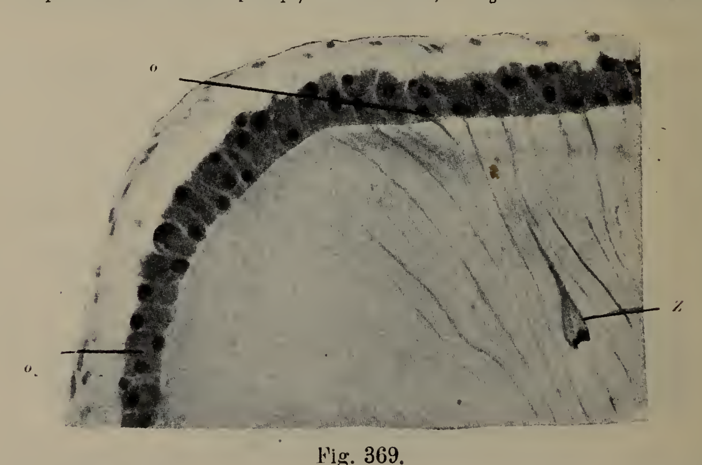


Fig. 369.
Partie aus Fig. 368 in starker Vergrößerung: *o* Odontoblasten mit Dentinfortsätzen (Tomessche Fasern), o_1 Odontoblasten ohne Fortsätze, *Z* eingeschlossener Odontoblast.

bilden können, denn man findet sie in ganz gesunden Zähnen jeglichen Alters. Einen Hinweis auf die Ursache ihrer Entwicklung gibt uns vielleicht eine schon lange bekannte anatomische Tatsache. Schon Wedl beschreibt

in den zentral gelegenen Teilen der Dentikel das häufige Vorkommen strukturloser Kernmassen. Dieser strukturlose Kern des Dentikels scheint mir nichts anderes zu sein als eine einfache Kalkablagerung. Er gleicht in seinem Aussehen und seinem tinktoriellen Verhalten einer Kalkablagerung, und wir wissen auch, daß Kalkablagerungen in Pulpen nichts Seltenes sind. Nun wissen wir weiter von heterotopischen Knochenbildungen her, daß dieselben angeregt werden durch eine vorhergegangene Kalkablagerung an der betreffenden Stelle (Schaffer). Zieht man die sonstige Analogie in bezug auf Genese des Zahnes und Knochengewebes in Betracht, so läge es nahe, für die Dentikel als Analoga heterotopischer Knochenbildungen die Ursache in einer primären Kalkablagerung in der Pulpa zu sehen. Man könnte sich also den Vorgang der Dentikelbildung so vorstellen, daß es zunächst zu einer Ablagerung von Kalksalzen ins Pulpengewebe kommt. Die Kalkablagerung übt dann auf die Zellen ihrer Umgebung einen Reiz aus, der die Ursache ihrer Umwandlung zu Odontoblasten wird. Die neuen Odontoblasten nehmen dann um den verkalkten Kern herum die Dentinbildung auf. Die Diagnose der Dentikel ist klinisch nicht zu stellen, dagegen wird sie röntgenologisch bei darauf gerichteter Einstellung bei größeren Dentikeln leicht gelingen.

Die klinische Bedeutung des irregulären Dentins.

In allen Fällen führt die Entwicklung irregulären Dentins zu einer entweder allgemeinen oder auf einzelne Stellen beschränkten Verengerung des Pulpakavums, und es ist klar, daß in allen jenen Fällen, in denen Form, Größe und Lagerung der Pulpahöhle eine Richtlinie für unser therapeutisches Handeln abgeben, die Entwicklung von irregulärem Dentin dieses Handeln beeinflussen muß.

Was zunächst die Bedeutung des Sekundärdentins anlangt, so müssen wir uns daranhalten, daß im allgemeinen seine Entwicklung in geradem Verhältnis zum Alter des Zahnes steht. Je älter der Zahn, desto mehr Sekundärdentin, desto enger daher der Wurzelkanal, desto kleiner die Pulpakammer. In erster Linie spielt es also eine Rolle bei jeder Wurzelbehandlung. In den bukkalen Kanälen oberer und in den mesialen unterer Molaren kann es die Pulpaextraktion schlechterdings unmöglich machen.

Allerdings spielt es in Fällen von starker Sekundärdentinentwicklung keine solche Rolle, wenn Reste der Pulpa zurückbleiben, wie in jugendlichen Zähnen. Denn starke Sekundärdentinentwicklung ist meistens mit atrophischen Prozessen der Pulpa selbst vergesellschaftet. Die Pulpa enthält in solchen Fällen viel weniger Gefäße, sie verliert ihre pralle Sukkulenz, sie wird zellärmer und nähert sich in ihrem histologischen Aus-

sehen dem eines derbfaserigen Bindegewebes. Für eine solche Pulpa ist die Gefahr einer Infektion viel geringer.

Starke Entwicklung von Sekundärdentin kann manchmal auch schon für das Zugänglichmachen von Wurzelkanälen in Prämolaren und Molaren eine Rolle spielen, und zwar in jenen Fällen, in denen es zu mächtiger Entwicklung am Dach und Boden der Pulpakammer gelangt ist und diese selbst bis auf zwei seitliche Spalten geschwunden ist. Bohrt man einen solchen Zahn an, so besteht oft die Neigung, den Beginn dieser Spalten als die Eingangsöffnung zum Wurzelkanal anzusehen, und die Sondierung gelingt dann oft nur auf eine ganz kurze Strecke, das ist bis zum wirklichen Boden der Pulpakammer, weil der Wurzelkanal in diese Spalte nicht gerade, sondern mittels einer Knickung übergeht. Entfernt man einen Teil der sekundären Dentinmassen mit dem Bohrer bis zum wirklichen Wurzelkanaleingang, so ist man oft überrascht, wie leicht die Sondierung dann gelingt. In solchen Fällen ist es gut, einen Teil des scheinbaren Bodens der Pulpakammer zu entfernen, um sich den Eingang in den Kanal besser zugänglich zu machen. Die sekundären Dentinmassen am Boden sind meistens sehr kanälchenarm und daher durch ihr durchscheinendes Aussehen bei starker Belichtung unschwer als solche zu erkennen. Man braucht auch nicht zu befürchten, den Boden vielleicht zu perforieren, denn die Wandung ist infolge der Anlagerung des Sekundärdentins ganz enorm stark.

Auch für die Formierung von Kavitäten kann Sekundärdentin von Bedeutung sein. Da wir Kavitäten aber nur in Zähnen mit Defekten an der Oberfläche anlegen, wird es in solchen Fällen immer auch mit Ersatzdentin kombiniert sein. Man kann da nur den allgemeinen Satz aufstellen, daß wir — ceteris paribus — in alten Schneide- und Eckzähnen die Kavität näher an die Pulpahöhle heranbringen können als in jugendlichen Zähnen dieser Gattung, ohne befürchten zu müssen, die Pulpahöhle zu eröffnen. Dagegen wird bei alten Molaren und Prämolaren große Vorsicht am Platze sein, weil gerade in der Gegend der exponierten Pulpaspitzen die Bildung von Sekundärdentin am schwächsten erfolgt, es sei denn, daß diese Partien durch Ersatzdentin geschützt werden.

Das Ersatzdentin kann vor allem für die Formierung von Kavitäten von der größten Bedeutung sein. Wir müssen uns also in jedem Falle klar sein, wo wir Ersatzdentin finden werden. Dazu ist es notwendig, daß wir uns die Verlaufsrichtung der Kanälchen und die Ausdehnung der erkrankten Partie vor Augen halten. Als allgemeingültige Regeln lassen sich folgende aufstellen:

1. Die Kanälchen, die in der Mitte des Daches der Pulpakammer entspringen, verlaufen senkrecht gegen die Oberfläche des Zahnes hin.

2. Die Kanälchen, die in den Kanten, die das Kammerdach mit den seitlichen Begrenzungswänden der Kammer bildet, entspringen, verlaufen genau gegen die Kanten, die die Kaufläche oder Kaukante mit den seitlichen Flächen des Zahnes bildet.

3. Die Kanälchen, die in den seitlichen Wänden der Pulpakammer entspringen, verlaufen gegen die Seitenwände des Zahnes schräg aufsteigend, und zwar um so steiler, je näher ihr Ursprungsort an das Dach der Kammer gelegen ist. — Der horizontale Verlauf der Kanälchen beginnt erst in der Wurzel des Zahnes.

Die Nutzanwendung dieser Regeln für alle Arten von Kavitäten ergibt sich von selbst. — Haben wir z. B. eine Erkrankung an approximalen Flächen, so werden die Pulpaspitzen durch Ersatzdentin nur dann geschützt, wenn die Erkrankung auf die Kanälchen übergegriffen hat, die in der Kante, welche die betreffende approximale Fläche mit der Kaufläche bildet, ausmünden. Dabei ist natürlich nicht notwendig, daß diese Kante selbst zerstört ist, da jede Karies ja unterminierenden Charakter hat. Eine Karies, die nur nahe bis zur Kaufläche herabreicht, wird also bei einiger Tiefe auch schon Ersatzdentin über den Spitzen formieren. — Je näher gegen den Zahnhals hinauf die Erkrankung gelegen ist, desto exponierter und ungeschützter die Pulpaspitzen, weil das Ersatzdentin infolge der ansteigenden Verlaufsrichtung der Kanälchen immer viel höher liegen wird als die erkrankte Partie selbst.

Für kariöse Herde an den Labialflächen des Zahnhalses z. B. wird man sich zu merken haben, daß das Ersatzdentin immer etwas höher gelegen ist als der Herd selbst.

Für Kavitäten an den Kauflächen gilt — mutatis mutandis — dasselbe wie für approximale, das heißt die Pulpaspitzen werden nur geschützt sein, wenn die zu ihnen führenden Kanälchen in ihrem Verlauf irgendwo von der Erkrankung ergriffen sind. Ist die Erkrankung noch nicht so weit fortgeschritten, daß dies der Fall ist, so wird es sich empfehlen, z. B. bei Anlegung einer kastenförmigen Kavität am Boden derselben in der Gegend der Pulpaspitzen einen treppenförmigen Absatz zu formen.

Was für Karies gilt, gilt natürlich auch für keilförmige Defekte, für abgenutzte und abgekaute Kauflächen.

Eine weitere Bedeutung kann dem Ersatzdentin für die Frage der Devitalisation gesunder Zähne zwecks Krönung für Brücken zukommen, die ja, will man lege artis präparieren, im allgemeinen immer notwendig ist.

Von der Devitalisation kann man nur dann absehen, wenn man überzeugt ist, daß die Pulpahöhle des betreffenden Zahnes große Mengen von sekundärem oder Ersatzdentin besitzt. Das ist dann der Fall, wenn es sich um einen älteren Zahn handelt, der durch längere Zeit eine große Füllung

getragen hat. In solchen Fällen ist von der Pulpakammer kaum ein Rest vorhanden, und wir müssen, wollen wir die Pulpahöhle eröffnen, oft tief bis unter das Niveau des Zahnfleisches bohren. Außerdem ist die Extraktion der Wurzelpulpen gerade in solchen Fällen oft ganz unmöglich. Man kann derlei Zähne ohne Devitalisation lege artis zuschleifen und krönen, ohne befürchten zu müssen, daß nachher bei Temperaturschwankungen Schmerzen auftreten werden.

Dentikel verlaufen im allgemeinen symptomlos, doch können sie nach Angabe der meisten Autoren auch die Ursache von Schmerzen sein. Diese sollen die ganze Skala vom leichten Unbehagen bis zur heftigen Neuralgie umfassen. Ich selbst halte den Zusammenhang von Schmerz und Dentikel für nicht erwiesen.

Stößt man bei einer Wurzelbehandlung auf ein größeres Dentikel, so muß es natürlich entfernt werden, was im allgemeinen leicht gelingt. Dentikel, aber auch gewöhnliche Kalzifikationen in der Wurzel können auch die Arsenwirkung wesentlich beeinträchtigen. Es kommt in solchen Fällen häufig vor, daß bei mumifizierter Kronenpulpa die tieferen Partien der Wurzelpulpa noch sehr schmerzhaft sind. Wiederholte Arseneinlagen können dann zum Ziele führen.

Literatur.

Wedl, Pathologie der Zähne. 1870.

Hohl, Über Neubildungen der Zahnpulpa. 1868.

Schlenker, Pulpenodontinoide. Scheffs Handbuch der Zahnheilkunde. 1. Auflage. 1892.

Coulliaux, Anatomie, Physiologie, Pathologie der Zahnpulpa. Übersetzt von Peretz. Korrespondenzblatt für Zahnärzte. April 1899.

v. Metnitz, Über Dentinneubildung. Vortrag am XII. internationalen Kongreß in Moskau. 1897.

Baume, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1890.

Bödecker, Anatomie und Pathologie der Zähne. 1896.

Weil, Die Odonthele der Zahnpulpa. Korrespondenzblatt für Zahnärzte. 1890.

Witzel A, Kompendium der Pathologie und Therapie der Pulpakrankheiten des Zahnes. 1886.

Scheff J., Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. Auflage. 1884, S. 197.

Scheff J., Drei Fälle von Neuralgia facialis, verursacht durch Dentinneubildung in der Pulpahöhle. Wiener allgemeine medizinische Zeitung. 1876.

Kaas, Feste Neubildungen in der Pulpa. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1900.

Árkövy, Diagnostik der Zahnkrankheiten. Stuttgart 1885.

Bruck, Beiträge zur Histologie und Pathologie der Zahnpulpa.

Szabó, Die Größenverhältnisse des Cavum pulpae nach Altersstufen. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1900.

Hentze, Neubildungen der Zahnpulpa. Kiel 1902.

Hentze, Kallusdentin. Odontologische Blätter. 7. Jahrgang.

Rudas, Beiträge zur histologischen Struktur und Entwicklung des Odonthels. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie. 1904.

Halm, Pulpa-Dentifizierung. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 1904.

Reich, Das irreguläre Dentin der Gebrauchsperiode. Jena 1907.

Williger, Über die Einwirkung pathologischer Reize auf die Odontoblasten menschlicher Zähne, nebst einigen Bemerkungen über die sogenannte Weilsche Schicht. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 1907.

Fleischmann L., Entwicklung der Dentikel. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift. 1908.

Fleischmann L., Die praktische Bedeutung des irregulären Dentins. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie. 1911.

Fischer-Landois, Zur Histologie der gesunden und kranken Zahnpulpa mit besonderer Berücksichtigung ihrer harten Neugebilde. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen, Heft 7/9, 1908.

Kantorowicz, Zur Histogenese des Dentins, insbesondere des Ersatzdentins. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1910.

Zementhyperplasie (Sekundärzement).

Unter Zementhyperplasie verstehen wir die an den Wurzeln der Zähne vorkommenden Verdickungen des Zementüberzuges. Die Verdickungen sind entweder diffus flächenhaft und führen dann zu einer gleichmäßigen Verdickung der ganzen Wurzeln oder einzelner Abschnitte derselben oder betreffen nur einzelne umschriebene Stellen und sind dann entweder halbkugelige, glatte oder höckerige Prominenzen. An der Wurzelspitze handelt es sich oft um kugel- oder keulenförmige Verdickungen der ganzen Spitze. Bei mehrwurzeligen Zähnen können einzelne oder alle Wurzeln durch Zementhyperplasie miteinander verschmelzen. Abnorme Zementbildungen können auch in der Pulpahöhle vorkommen (Shmamine und Euler).

Shmamine bezeichnet die Zementhyperplasie als Sekundärzement. Er ist der Ansicht, daß nur das schmale Zement der Autoren, das sich in seinem histologischen Bau vom Knochen wesentlich unterscheidet (insbesondere durch das Fehlen von Zementkörperchen und durch die Lagerung der Zementfibrillen des Zahnes), normales Zement ist und nennt dieses das primäre Zement. Das primäre Zement ist nach ihm nicht nur im Halsteil vorhanden, sondern überzieht die ganze Wurzel. Das sogenannte dicke Zement der Autoren, welches dem Knochengewebe bereits sehr ähnelt, ist seiner Ansicht nach kein normales Zement mehr, sondern sekundär aus irgendeinem Grund an das primäre Zement angebildet. Aus diesem Grund nennt er es sekundäres Zement und subsumiert darunter jene Zementbildungen, die bisher als dickes Zement und Zementhyperplasie bezeichnet wurden. Histologisch (siehe Ebner: Histologie der Zähne S. 111) zeigt das sekundäre Zement einen deutlich lamellösen Bau. Die Lamellen sind verschieden dick und verlaufen in der Längsrichtung des Zahnes, zeigen also an Wurzel-

querschnitten eine annähernd konzentrische Anordnung um die Pulpahöhle. Die Zementkörperchen sind im allgemeinen zahlreich, jedoch unregelmäßig verteilt und haben verschiedene Formen (spindelförmig bis rundlich polygonal). Sie besitzen viele Fortsätze, die senkrecht zu den Lamellen verlaufen und, wenn sie oberflächlich liegen, direkt in das Periodont einmünden (Shmamine). Das sekundäre Zement führt manchmal Gefäße, die direkt vom Periodont eindringen.

Die Bildung des sekundären Zements erfolgt gleich wie die des primären durch Zellen, die sogenannten Zementoblasten. Jede Zelle des Periodontiums besitzt die Fähigkeit, gegebenenfalls zum Zementoblasten zu werden. Das sekundäre Zement wird dem primären entweder direkt aufgelagert, oder es findet zunächst eine Resorption statt, die das primäre Zement und auch Teile des Dentins umfaßt, und dann erst erfolgt die Neuauflagerung von sekundärem Zement. Die histologischen Zeichen einer solchen Resorption sind die bekannten Howshipschen Lakunen, die von neuem Gewebe ausgefüllt werden. Nach Shmamine kommt es auch zu inselförmigen Bildungen von Zement im Periodontium (nach Analogie zu den Dentikeln von ihm »Zementikel« genannt), die miteinander und dem Zementüberzug verwachsen. Auf diese Art sollen sich insbesondere die kleinen, höckerigen Auflagerungen bilden. Nach demselben Autor kann sich auch auf das primäre Zement wieder primäres Zement auflagern; dann können wir seiner Meinung nach von wirklicher Zementhyperplasie sprechen. Das sekundäre Zement in der Pulpahöhle ist nach Shmamine ein

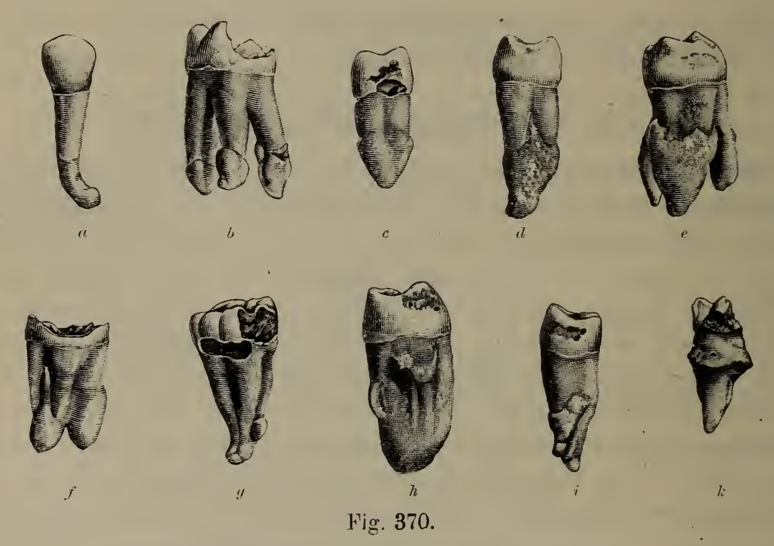


Fig. 370.

Exostosen an den verschiedensten Stellen der Wurzeln.

Produkt des Periodontiums, mit dem es durch irgendwelche Kommunikationen zusammenhängt. Nach Euler kann es sich auch metaplastisch in der Pulpa selbst entwickeln.

Das sekundäre Zement ist individuell verschieden entwickelt und kommt sowohl in gesunden als in kariösen Zähnen vor und betrifft alle Zahnsorten, nicht nur, wie einzelne Autoren behaupten, die Molaren und Prämolaren. Nach der Ansicht aller Autoren entwickelt es sich, wenn irgendein abnormer Reiz das Periodontium trifft, der die in den Zellen des Periodontiums latent vorhandene Fähigkeit, Zement zu bilden, in die Tat umsetzt. Dieser Reiz bestünde bei kariösen Zähnen in periapikalen Prozessen, bei gesunden Zähnen in der Belastung durch den Kaudruck oder in der Entlastung von demselben bei Zähnen ohne Antagonisten.

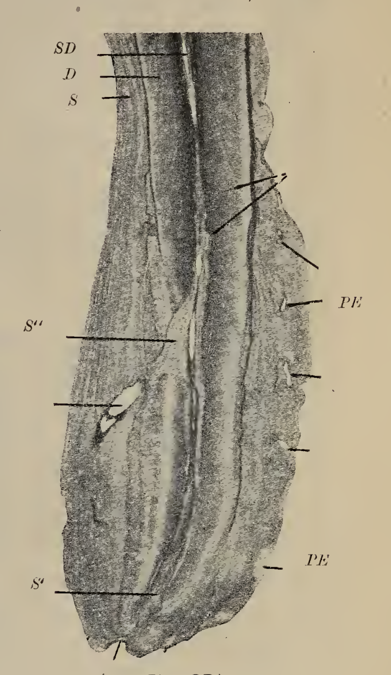


Fig. 371.

D Normales Dentin. *SD* Sekundäres Dentin. *S* Sekundäres Zement. *PE* Im Zement eingeschlossenes Periodontium. *S''* *S'* Zement in der Pulpakammer. (Shmamine.)

Diese Reiztheorie ist geeignet, uns den Prozeß zu erklären, soweit es sich um kariöse Zähne handelt, insbesondere wenn man in Betracht zieht, daß nach Partsch das Wesen der chronischen Periodontitis in Gewebeproliferation besteht. Natürlich kann Zement nur so lange gebildet werden, als das Periodontium funktionsfähig ist; ist es eitrig eingeschmolzen, so kann Zementbildung nur in der Umgebung des Einschmelzungsherdes stattfinden. Unmöglich und unverständlich ist aber die Reiztheorie, sofern es sich um gesunde Zähne handelt; denn würde sowohl Druck als auch Entlastung als Reiz empfunden werden, so müßten alle Zähne ausnahmslos Sekundärzement bilden, und Zementhyperplasie wäre ein konstanter Befund, also die Norm; denn jeder Zahn steht entweder unter Druck oder unter Entlastung.

Das Sekundärzement braucht natürlich Raum für seine Ausbildung, welcher, da ja Resorptionen im Dentin nicht allzu häufig sind und, wenn sie vorhanden sind, nur kleine zirkumskripte Partien auf geringe Tiefe betreffen, nur auf Kosten des umgebenden Knochens gewonnen werden kann. Fischer, der einzige Autor, der diese Frage bisher berührte, meint, daß das wachsende Zement den Knochen zum Schwinden bringt.

Ein ganz neues Licht auf diese Frage und damit auf die Frage des Sekundärzements überhaupt wirft eine Arbeit Gottliebs über die Ätiologie

der Alveolarpyorrhöe. Gottlieb geht von der Tatsache aus, daß die Atrophie des Alveolarfortsatzes ein Prozeß ist, der schon frühzeitig einsetzt. Er unterscheidet reaktionsfähige und reaktionslose Zähne. Der reaktionsfähige Zahn antwortet auf die Atrophie des Knochens mit einer Neubildung von Zement, das heißt in demselben Maße, als Knochen schwindet, verdickt sich das Zement, und der Periodontalraum behält dadurch seine normale Breite. Beim reaktionslosen Zahn bildet sich kein Zement, und in demselben Maße, als Knochen schwindet, verbreitert sich der Periodontalraum. Nach Gottlieb liegt also die letzte Ursache der Zementneubildung in der Atrophie des Knochens, und die Zementneubildung selbst ist nicht als Folge eines Reizes anzusehen, sondern als ein reparatorischer Vorgang, bedingt durch das Vorhandensein eines konstitutionellen Faktors. Durch die Gottliebsche Theorie ist einerseits die Zementneubildung sowohl bei gesunden als bei kariösen Zähnen erklärt, als auch der Tatsache Rechnung getragen, daß die Zähne des einen Individuums sekundäres Zement anbilden, die des andern nicht.

Im allgemeinen macht das Sekundärzement keine klinischen Erscheinungen und entzieht sich der Diagnose in vivo. Klinische Bedeutung hat es nur insofern, als es insbesondere bei keulenförmiger Entwicklung an den Wurzelspitzen die Ursache bedeutender Extraktionsschwierigkeiten werden kann, die gegebenenfalls nur durch umfangreiche Ausmeißelungen zu überwinden sind. Daß Sekundärzement, wie manche Autoren behaupten, die Ursache von Schmerzen, ja sogar Trigeminusneuralgien ist, erscheint mir durch nichts erwiesen.

Literatur.

Árkövy, Diagnostik der Zahnkrankheiten. Stuttgart 1885.

Baume, Lehrbuch der Zahnheilkunde. Leipzig, Feber 1890.

v. Ebner, Histologie der Zähne. Handbuch der Zahnheilkunde. Wien 1908.

Euler, Fall von Zementbildung im Wurzelkanal. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1909.

Euler, Weitere Beiträge zum Vorkommen von Zement im Wurzelkanal. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1910.

Fischer, Bau und Entwicklung der Mundhöhle. Leipzig 1909.

Gottlieb, Zur Ätiologie und Therapie der Alveolarpyorrhöe. Österreichische Zeitschrift für Stomatologie. 1920.

Loos, Zementhyperplasie. Handbuch der Zahnheilkunde. 1908.

Partsch, Die chronische Wurzelhautentzündung. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen, Heft 6.

Shmamine, Das sekundäre Zement. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen, Heft 13.

Tomes John, System der Zahnheilkunde. Deutsch von zur Heddon. Leipzig 1861.

Weil, Über Zementhyperplasie. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde, 1891.

Schmelztropfen.

Unter Schmelztropfen verstehen wir Auflagen von Schmelzsubstanz auf die Wurzel, also außerhalb des Bereiches der normalen Schmelzkappe. Sie sind von eben nur wahrnehmbarer Größe bis Erbsengröße und haben halbkugelige, kugelige, dorn- oder zapfenförmige Gestalt. Sie besitzen eine glatte weiße Oberfläche mit normalem Schmelzglanz. Sie können allenthalben an der Wurzel vorkommen, vorwiegend liegen sie aber an den Bifurkationsstellen der Wurzeln oder in der Nähe des Zahnhalses. Im letzteren Falle sind sie manchmal durch eine schmale Schmelzleiste mit dem normalen Schmelz verbunden. Die Tropfen liegen nur dem Dentin auf, nie dem Zement. Manchmal sind sie von einem stärkeren Zementwall umgeben, der über die Ränder überhängen kann.

Histologisch gleicht der Schmelz der Tropfen dem normalen Schmelz bis auf einen unregelmäßigeren, wirren Verlauf der Prismen. Er soll manch-

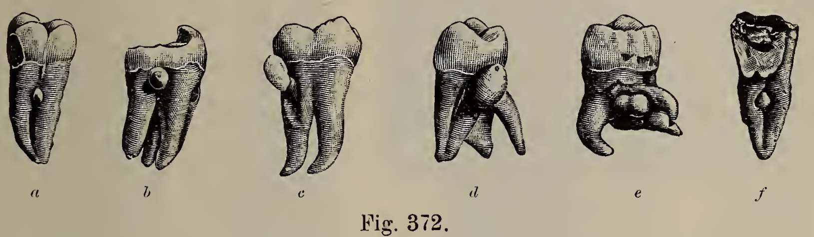


Fig. 372.
Schmelztropfen. (Loos.)

mal pigmentiert sein, doch sah ich selbst echtes Pigment nie. Die Angabe aller bisherigen Autoren, daß die Schmelztropfen aus einem Dentinkern bestehen, der nur eine Schmelzkappe trägt, ist nicht richtig, sie trifft nur für die größeren Tropfen zu. Kleinere Tropfen können auch lediglich aus Schmelzgewebe bestehen. Über die Entwicklung der Schmelztropfen liegen verschiedene Ansichten vor. Schlenker hält die Tropfen für überzählige Zähne, Baume für Dentikelbildungen des Schmelzkeimes, Wedl betrachtet sie als seitliche Sprossen und vergleicht sie mit überzähligen Höckern, Walkhoff und Kantorowicz sahen sie als das Resultat einer Aussprengung von Odontoblasten während der Zahnentwicklung an, wahrscheinlich verursacht durch Raummangel. Alle diese Ansichten kranken daran, daß ihre Autoren nur Schliffe durch die Tropfen selbst untersucht haben, daß ihnen nie Material zur Verfügung stand, welches die Tropfen in Verbindung mit den umgebenden Weichteilen zeigt. Ich verdanke Gottlieb zwei Präparate, die Schmelztropfen in Verbindung mit den Weichteilen zeigen und aus denen die Entwicklung der Schmelztropfen ganz deutlich hervorgeht (Fig. 373 und 374).

Die nur aus Schmelz bestehenden Tropfen liegen dem normalen Dentin glatt auf und entwickeln sich aus Resten der Epithelscheide. Normalerweise verschwindet die Epithelscheide, wenn sich die Zementbildung vorbereitet, indem sie vom Bindegewebe durchwachsen wird.

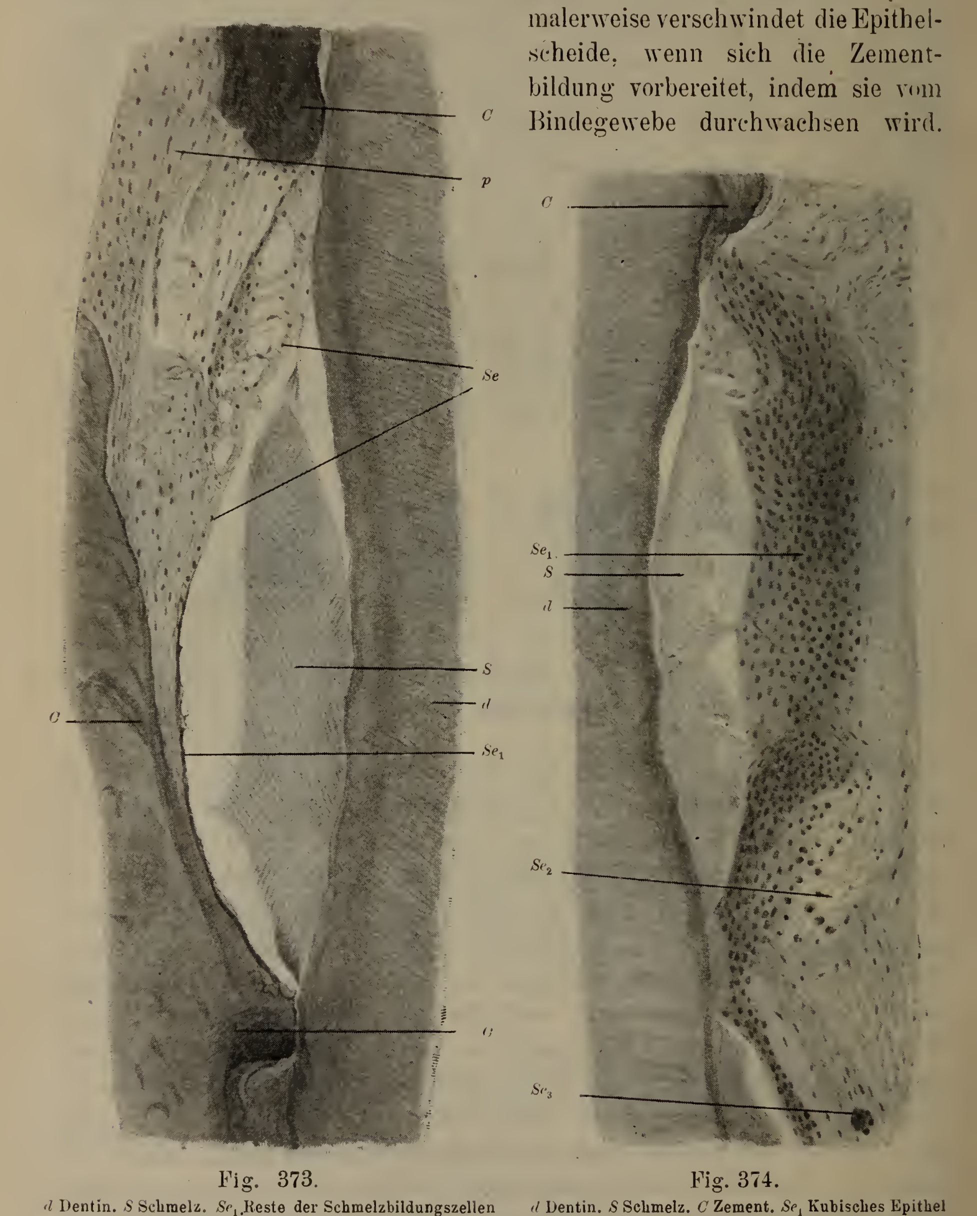


Fig. 373.
d Dentin. *S* Schmelz. Se_1 Reste der Schmelzbildungszellen (Schmelzoberhäutchen). *Se* Schmelzepithel zum Teil degeneriert. *C* Zement. *p* Periodontium.

Fig. 374.
d Dentin. *S* Schmelz. *C* Zement. Se_1 Kubisches Epithel (äußeres Schmelzepithel). Se_2 degeneriertes Epithel. Se_3 Epithelnest.

Bleiben sie an einer Stelle erhalten, so besteht die Möglichkeit, daß ihre innere Schmelzschicht (das innere Schmelzepithel) unter Umständen, die uns allerdings

unbekannt sind, Schmelz bildet. Dieser Schmelz bleibt dann von den Resten der epithelialen Bildungszellen oder von Umwandlungen der Zellen (Analogon des Schmelzoberhäutchens) bedeckt, die ihn von dem benachbarten Bindegewebe abgrenzen. An den aus einem Dentinkern mit Schmelzüberzug bestehenden größeren zapfenförmigen Tropfen sieht man, daß die Dentinkanälchen des Tropfens unmittelbar in die Kanälchen des normalen Dentins, wenn auch abgebogen, übergehen. Daraus folgt, daß dieselben Odontoblasten, die das normale Dentin gebildet haben, auch das Dentin des Tropfens gebildet haben müssen. Es erscheint mir daher unzweifelhaft, daß die Entwicklung dieses Tropfens so vor sich geht, daß sich eine Ausstülpung des Zahnkeimes (Epithelscheide — embryonale Pulpa) bildet. Die Ausstülpung bewirkt die Bildung des Dentinkerns des Tropfens. Daß dieser Dentinkern dann keinen Zement-, sondern einen Schmelzüberzug erhält, kann wiederum nur auf dem Umstand des Persistierens eines Teiles der Epithelscheide beruhen. Die von Kantorowicz als Pulpenhöhle des Dentinkerns beschriebenen und in seiner Arbeit abgebildeten Hohlräume sehe ich zufolge ihrer Anordnung und ihrer Form lediglich als Interglobularräume an. Die Schmelztropfen haben keinerlei klinische Bedeutung.



Fig. 375.
Schmelztropfen mit Dentinkern (Loos).

Literatur.

Baume, Lehrbuch der Zahnheilkunde. Leipzig, Felix, 1890.

Kantorowicz, Über Bau und Entstehung der Schmelztropfen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1904.

Loos, Schmelztropfen. Scheffs Handbuch der Zahnheilkunde. 3. Auflage.

Walkhoff, Über den Bau und die Entstehung einiger Zahnmißbildungen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1896.

Wedl, Pathologie der Zähne. 2. Auflage. 1901.

Odontome.

Unter Odontomen verstehen wir geschwulstartige Entartungen des Zahnkeimes. Odontome sind gutartige und langsam wachsende Geschwülste des Kiefers von der Größe eines Kirschkernes bis zu monströsen Bildungen, die einen großen Teil des Kiefers erfüllen. Sie entwickeln sich aus dem Zahnkeim frühestens zu jener Zeit, in der dessen Differenzierung so weit vorgeschritten ist, daß die Bildung der harten Zahngewebe zu mindesten bevorsteht. Doch kann die Entwicklung in allen späteren Bildungsstadien des Zahnes einsetzen. Baume unterscheidet Kronen- und Wurzelodontome; bei den ersteren erscheint der ganze Zahn in die Geschwulst einbezogen, bei den letzteren ist die Krone ganz oder teilweise normal, und die Geschwulst erstreckt sich nur auf die Wurzel. Bei Wurzelodontomen müssen wir also voraussetzen, daß zur Zeit ihrer Entwicklung die Krone oder Teile derselben bereits voll entwickelt waren.

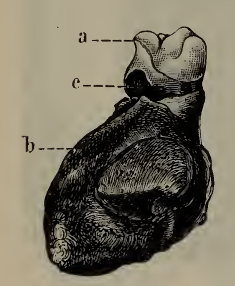


Fig. 376.
Typisches Wurzelodontom. *a* Normale Krone. *b* Odontom. *c* Kariöse Höhle. (Scheff.)

Odontome können dauernd retiniert bleiben, sie können aber auch gleich einem normalen Zahn durchbrechen, kariös werden und an den Folgezuständen der Karies erkranken (Scheff). Sie können in diesem Falle oder wenn eine Infektion durch Prozesse, die von den Nachbarzähnen ausgehen, erfolgt, durch entzündliche Erscheinungen der Umgebung kompliziert werden. Histologisch bestehen die Odontome aus allen harten und weichen Geweben des Zahnes in wirrem, unregelmäßigem Durcheinander.

Über die Ursache der Odontomentwicklung wissen wir wenig. Im allgemeinen wird es sich um versprengte Zahnkeime handeln. In einem von Wedl beschriebenen Fall soll die Verlagerung des Weisheitszahnkeimes unter dem zweiten Molarkeim die Ursache des Odontoms an letzterem Zahn sein. Odontome wurden beschrieben von Tomes, Wedl, Scheff, Jarisch, Árkövy u. a., zuletzt und am eingehendsten von Partsch, dem ich in meiner Darstellung folge.

Partsch unterscheidet weiche und harte Odontome; in den ersteren überwiegen die bindegewebigen Teile, in den letzteren die harten Gebilde des Zahnes. Je frühzeitiger die Entwicklung der Geschwulst beginnt, um so weicher bleibt sie. Odontome kommen in beiden Kiefern vor und gehen meistens von den Mahlzahnkeimen aus, sehr selten von anderen Zähnen. Metnitz beschreibt einen Fall, der vom kleinen oberen Inzisivus ausging. Sie sind im ganzen ein seltenes Vorkommnis, wobei die harten häufiger sind als die weichen. Die harten Odontome sind gegen die Um-

gebung scharf abgekapselt, die weichen dagegen gehen diffus in den Knochen über.

Die Odontome verlaufen im allgemeinen schmerzlos; wenn sie klein sind, vollständig symptomlos. Sie können dann bei einer eventuell vorzunehmenden Extraktion ein bedeutendes Hindernis abgeben. In die Erscheinung treten sie erst, wenn durch ihr Wachstum der Kiefer aufgetrieben wird. Man sieht dann eine gut begrenzte Anschwellung des Kiefers von

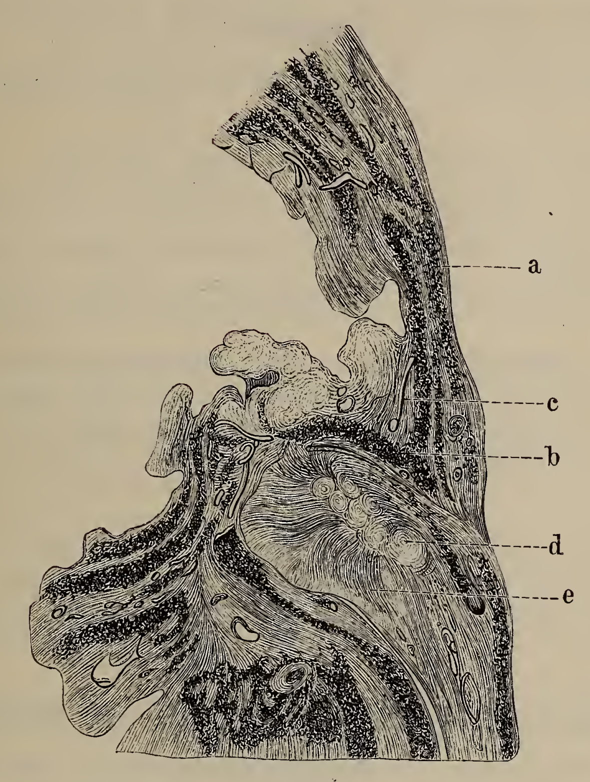


Fig. 377.

Histologische Untersuchung des in Fig. 376 abgebildeten Wurzelodontoms. *a* Lichte Streifen. *b* Dunkle Streifen, durchweg Verkalkungen. *c* Gefäßkanäle. *d* Kugelige Dentinneubildungen. *e* Normales Dentin. (Scheff.)

knolliger Form, knochenhart, auf Druck nicht empfindlich. Die Kieferoberfläche bleibt glatt, unverändert.

Die klinische Diagnose wird sich im allgemeinen mit der Feststellung eines gutartigen Kiefertumors begnügen müssen. Bei harten Odontomen kann dann das Röntgenbild die Diagnose sicherstellen, bei weichen nur dann, wenn verstreute Herde von hartem Gewebe in der Tumormasse nachzuweisen sind.

Die Therapie wird in der Entfernung des Tumors bestehen. Nach breiter Eröffnung des Knochens kann man harte Odontome herausheben,

weiche mit dem scharfen Löffel entfernen: doch wird im letzteren Falle wegen des Überganges der Tumormassen in den Knochen die Entfernung nicht immer sicher gelingen und die Gefahr eines Rezidivs bestehen. Bei ausgedehnter Zerstörung des Kiefers durch den Tumor oder durch komplizierende eitrige Prozesse kann das eventuell zurückbleibende Knochengerüst so unzulänglich sein, daß die Resektion beziehungsweise Exartikulation des Kiefers notwendig wird.

Literatur.

Árkövy, Ein Odontom. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1887.

Baume, Lehrbuch der Zahnheilkunde. Leipzig 1850.

Loos, Handbuch der Zahnheilkunde. III. Auflage. Wien 1908.

v. Metnitz, Odontom im Bereich der Schneidezähne. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1888.

Partsch, Über weiche Odontome. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Breslau 1904.

Partsch, Über zwei Fälle von Odontomen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1892.

Sachse, Odontom. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1903.

Scheff, Über Odontombildung. Wiener medizinische Presse. 1876.

Uskoff, Über ein großes Odontom des Unterkiefers. Virchows Archiv Band 85.

Wedl, Pathologie der Zähne. Leipzig 1901.

Die erworbenen Defekte der harten Zahnsubstanzen* (Defekte ohne Erweichung)[1].

Von

Alfred Baštýř.

Von den verschiedenartigen pathologischen Veränderungen, die unter diese Bezeichnung fallen, soll an dieser Stelle nur eine Gruppe von Defekten besprochen werden, bei deren Entstehung mechanische Einflüsse im Spiele sind. Es sind dies:

1. Defekte, bei deren Entstehung neben der mechanischen noch andere bisher nicht sicher erforschte Ursachen mitwirken und die wir daher als Defekte aus nicht völlig bekannten Ursachen bezeichnen;

2. Defekte, bei denen unzweifelhaft rein mechanische Ursachen allein tätig sind.

Alle diese Defekte haben ein gemeinsames Merkmal, durch welches sie sich von anderen Defekten unterscheiden, nämlich eine glattpolierte Oberfläche; man könnte daher diese Gruppe auch »Defekte mit glattpolierter Oberfläche« nennen.

1. Defekte aus nicht völlig bekannten Ursachen.

Diese Defekte entstehen ausschließlich an solchen Stellen, wo das Zahnbein bloßliegt. Bloßliegendes Zahnbein kann wohl an allen Stellen der Krone und Wurzel vorkommen; die Erfahrung lehrt jedoch, daß das Zahnbein zumeist am Zahnhalse bloßzuliegen pflegt, da dies einfach schon durch Retraktion des Zahnfleisches möglich wird, indem die Zementschicht, mit welcher das Zahnbein hier bedeckt ist, sehr schwach ist und durch chemische und mechanische Einflüsse sehr leicht zerstört werden kann. Es kommen demnach derartige Defekte vorwiegend am Zahnhalse vor; diese

* Bearbeitung des gleichnamigen Artikels von † M. Baštýř in der ersten Auflage dieses Handbuches.

[1] Otto Walkhoff, Die Defekte der harten Zahnsubstanzen ohne Erweichung. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1886. S. 157.

werden nach ihrer Form als keilförmige Defekte bezeichnet. Wir besprechen zunächst

A. die keilförmigen Defekte, dann

B. die höchst selten vorkommenden Defekte an der Labial- respektive Bukkalfläche der Krone und

C. die Defekte, die an der Kaufläche (und hier vorwaltend an den Kauflächen des ersten Molars) auftreten und häufig als Necrosis eboris bezeichnet werden.

A. Die keilförmigen Defekte (Denudatio, Erosio, Exfoliatio, Usur).

Am Zahnhalse findet man zuweilen eigentümliche Defekte, die horizontal verlaufende, mehr weniger tiefe Furchen bilden und durch ihre scharfen Kanten den Eindruck hervorrufen, als wären sie mit einer scharfkantigen Feile eingefeilt und die Flächen dann sorgfältig poliert worden. Das Zahnbein zeigt die normale Farbe und Härte; nur selten ist es etwas mehr gelb und höchst selten bräunlich.

Die keilförmigen Defekte finden sich zumeist an gut gewölbten Zähnen, und zwar vorwiegend an der labialen respektive bukkalen Fläche, sehr selten an einer anderen Fläche des entblößten Zahnhalses der Vorder- und Backenzähne, mitunter auch der Mahlzähne. Bei den letzteren, namentlich dem zweiten und dritten Mahlzahn, wird an dem glatten und glänzenden Defekt die scharfkantige Begrenzung nicht selten vermißt. Zumeist findet man die Defekte nur an einzelnen Zähnen des einen oder des anderen Kiefers oder auch beider Kiefer, mitunter aber auch an zahlreichen Zähnen; in seltenen Fällen zeigen fast alle Zähne diese Defekte, und zwar in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Die Defekte beginnen am Schmelzrande mit einer scharfbegrenzten, auf der Zahnachse fast senkrecht stehenden Fläche; unter einem spitzen Winkel verbindet sich mit dieser Fläche eine andere gegen das Zahnfleisch schräg verlaufende, ebenfalls scharfbegrenzte Fläche; der Defekt bildet einen nach vorn offenen Winkel und ist demnach in der Tat mehr weniger keilförmig. Der Defekt wird einerseits vom Email, anderseits vom Zahnfleischrande begrenzt.

Metnitz[1] bildet in seinem Lehrbuche ganz eigentümliche keilförmige Defekte ab, die einzig in der Literatur dastehen; denn ihr längerer Schenkel verläuft gegen die Schneide des Zahnes anstatt wie gewöhnlich gegen das Zahnfleisch; solche Defekte finden wir als Abreibungsflächen infolge von Goldklammern von Zahnprothesen, nicht aber als keilförmige Defekte.

Keilförmige Defekte kommen nur am Zahnhalse vor; sie bilden, nachdem die rauhe, dünne Zementschicht unter Hinterlassung kleiner grubiger

[1] Metnitz, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1895, S. 235.

Vertiefungen geschwunden ist, anfangs einen seichten, schmalen Einschnitt, der aber gleich die charakteristische scharfrandige Abgrenzung am Emailrande zeigt. Bei tiefgreifenden Defekten ist der Schmelzrand etwas unterminiert. Alle keilförmigen Defekte sind glatt und erscheinen gleich anfangs wie poliert. Allmählich greift der Defekt immer tiefer, erreicht die Pulpahöhle, dringt noch tiefer und der Zahn bricht endlich ab, nachdem der Prozeß eine sehr lange Reihe von Jahren gedauert hat.

Kann man die Weiterentwicklung solcher Defekte bei einem und demselben Individuum durch mehrere Jahre verfolgen, so wird man finden, daß die Flächen der Defekte stets gleichmäßig glatt und glänzend bleiben und nur bei tiefen Defekten, wo unterminierte, weniger zugängliche Stellen vorkommen, die Glätte, vornehmlich aber der Glanz fehlen oder erheblich schwächer sind. In den meisten Fällen wissen die Kranken über die Entwicklung der Defekte nichts Näheres anzugeben, denn sie bemerken sie meist erst dann, wenn sie eine gewisse Ausdehnung erreicht haben. Bisweilen wird aber doch über große Empfindlichkeit an einer engbegrenzten, fast linienförmigen Stelle am Zahnhalse geklagt; der Kranke empfindet z. B. beim Bürsten der Zähne einen unerträglichen Schmerz, wenn die Bürste eine gewisse Stelle berührt. Eigentümlich dabei ist, daß eine zarte Berührung oft viel schmerzhafter ist als eine feste. An dem wenig entblößten Zahnhalse findet man zumeist nichts als die oben erwähnten Rauhigkeiten, mitunter scheint es, als ob die Zahngewebe etwas weniger hart wären als im normalen Zustande, ohne daß man gerade von einer Erweichung sprechen könnte. Wird nun trotz der Schmerzhaftigkeit die Stelle fleißig weiter gebürstet, so findet man in der kurzen Zeit von oft nur wenigen Wochen an der Stelle einen keilförmigen Defekt.

Die keilförmigen Defekte werden zumeist an den gelblichen Zähnen beobachtet, die sonst als widerstandsfähig gegen Karies bezeichnet werden; je gelber und fester das Zahnbein ist, desto weniger breitet sich der Defekt auf der Fläche des Zahnes aus; er dringt nur in spitzem Winkel in die Tiefe.

Weil die keilförmigen Defekte an bloßgelegten Zahnhälsen sich entwickeln, wurde allgemein angenommen, daß sie nur bei älteren Individuen vorkommen; dies ist jedoch nur zum Teil richtig. Es finden sich keilförmige Defekte auch bei jüngeren Individuen nicht gar so selten; ja, sogar an Kinderzähnen (besonders Eckzähnen), welche wegen Retention der bleibenden stehengeblieben sind, habe ich keilförmige Defekte beobachtet.

In höchst seltenen Fällen findet man an bloßgelegten Wurzeln mehrere keilförmige Defekte übereinander. Walkhoff[1] bringt die Abbildung eines Molarzahnes mit zehn keilförmigen Defekten.

---

[1] Walkhoff, l. c. S. 173.

Die Frage, durch welchen Prozeß und auf welche Weise die Defekte zustande kommen, ist bisher noch nicht in völlig zufriedenstellender Weise beantwortet, und die Autoren differieren in ihren Ansichten, und zwar in wesentlichen Punkten gar bedeutend.

Linderer[1] beschreibt unter der Bezeichnung »das Schwinden der äußeren Zahnfläche« ein Leiden, das beim Menschen selten vorkomme und Ähnlichkeit habe mit den Riefen, die durch Putzen mit Kohlenpulver entstehen; da das Leiden sich jedoch auch an Zähnen zeige, die nie geputzt werden, und da es an den meisten alten Ochsenzähnen sich finde, und zwar rings um den ganzen Zahnhals herum, und an Abschleifung durch das Kauen oder durch das Futter nicht gedacht werden könne, so müsse man das Leiden für eine eigentümliche Krankheit halten. Diese bestehe darin, daß die Zahnmasse durch die Zahnmasse resorbiert werde, das heißt die ergriffene Zahnmasse werde allmählich durch die benachbarte gesunde resorbiert, und die resorbierten Teile werden zur Pulpa geleitet.

John Tomes[2] hält die Defekte ausnahmslos für Ausschleifungsfurchen durch die Zahnbürste oder durch andere mechanische Einflüsse. Die mehr vorstehenden Zähne oder solche, wo der Schmelz deutlich defekt ist, sind am meisten eingeschliffen. Ferner leiden bei Personen, die gewohnt sind, die rechte Hand zu gebrauchen, die Zähne an der linken Seite des Mundes mehr als die an der rechten, und bei linkshändigen Individuen umgekehrt. Außerdem beschränkt sich das Leiden auf die Lippenfläche und solche Stellen derselben, welche der Wirkung der Bürste ausgesetzt sind.

Leber und Rottenstein[3] untersuchten zwei Zähne mikroskopisch; der Längsschnitt zeigte eine schwache Andeutung eines bräunlichen Kegels, und sie meinen, daß die vorbereitende kariöse Veränderung des Zahnes sich nur auf eine geringe Tiefe ausdehnte. In den Zahnbeinkanälchen fanden sie Leptothrix buccalis und sind daher geneigt, den Prozeß als eine sehr langsam fortschreitende Karies zu betrachten, die aber trotzdem den Charakter der Karies zeige. Die Zerstörung an der Oberfläche erfolge sehr langsam, da die zerstörten Teilchen immerfort weggeschwemmt werden und die Oberfläche durch Reinigen und durch Reibung beständig glatt gehalten wird. Die glatte Oberfläche müsse der Wirkung der Zahnbürste und der Reibung der Lippe zugeschrieben werden.

Wedl[4] meint, der Umstand, daß die keilförmigen Defekte, die er als Usur bezeichnet, nie an der lingualen, sondern stets an der labialen Fläche des Zahnhalses gefunden werden, weise darauf hin, daß die Ursache

---

[1] Linderer, Handbuch der Zahnheilkunde. 1. Auflage.

[2] John Tomes, Ein System der Zahnheilkunde. S. 494.

[3] Leber und Rottenstein, Untersuchungen über die Karies der Zähne. S. 53.

[4] Wedl, Pathologie der Zähne. S. 199.

an der Fazialseite der Zähne zu suchen sei. Man begegne zuweilen einer wulstartigen Falte an der Backen- und Lippenschleimhaut entlang der Zahnreihe. In manchen Fällen finde man an der fazialen Seite des Zahnfleisches des Unterkiefers eine sehnige Ausbreitung, welche allmählich schmäler wird und sich mit einer bindegewebigen Leiste an dem Halse eines Backen- oder Mahlzahnes anheftet. Es wäre daher in Erwägung zu ziehen, ob nicht der Defekt am Zahnhalse mit der Falte oder Leiste zusammenhänge.

In einer Eierstockzyste mit kleinem, plattem Oberkieferfragment fanden sich unter anderen auch zwei Milchbackenzähne, von welchen einer am Hals einen ausgeprägten scharfrandigen Defekt zeigte, als ob er eingefeilt worden wäre. Ein sklerosiertes Bindegewebe haftete an dieser Stelle.

Harris[1] kann die Ansicht, daß die Zahnbürste die Ursache der Defekte sei, nicht teilen. Solche Defekte kommen auch an eingesetzten Zähnen vor, wie Parmly einen solchen Fall beobachtete.

Zsigmondy sen.[2] hält die Zahnbürste nebst dem Gebrauche scharfer Zahnpulver, namentlich der Kohle, für die einzige Ursache der Defekte; er erhielt durch Bürsten mit Kohlenpulver keilförmige Defekte mit scharfen Rändern.

Salter[3] beschuldigt ebenfalls die Zahnbürste.

Hagelberg[4] spricht sich gegen die »Zahnbürstentheorie« aus. Die Bürste kann so scharf abgegrenzte Defekte nicht hervorrufen, da die feuchten Borsten sich immer biegen; an Kautschukplatten, die doch weicher als Zahnbein sind, bringe jahrelanges Bürsten keine Abreibungsfurchen hervor. Ursache der Einschnitte sei das saure Sekret des Zahnfleisches, das jedoch nicht intensiv wirken könne, da es in alkalischen Speichel eingehüllt sei und durch die Tätigkeit der Mundmuskeln in steter Bewegung gehalten werde, so daß dadurch schon eine rauhe Oberfläche der affizierten Stellen vermieden werde. Übrigens erkläre sich die Glätte aus der Widerstandsfähigkeit der Zähne, da es nur gelbe feste Zähne sind, die von dem Leiden ergriffen werden.

Baume[5] bestreitet entschieden, daß die Zahnbürste oder der gleichzeitige Gebrauch scharfer Zahnpulver die Ursache der keilförmigen Defekte sei, weil sie selbst bei Leuten, welche augenscheinlich ihre Zähne niemals gebürstet haben, gefunden werden. Die Usuren kommen nicht ausschließ-

---

[1] Harris, Principle and Practice. Pag. 263.

[2] Zsigmondy, Deutsche Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1873, S. 281.

[3] Salter, Dental Pathology and Surgery. 1874, pag. 101.

[4] Hagelberg, Deutsche Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. Bd. XV, S. 258.

[5] Baume, Deutsche Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1876, S. 5, und Lehrbuch der Zahnheilkunde. S. 196.

lich an der labialen, sondern auch an der lingualen, medialen und distalen Fläche vor. Die allgemein verbreitete Ansicht, daß die Usuren stets eine schön polierte Oberfläche zeigen, und daß diese Politur für diese Defekte charakteristisch sei, beruhe auf einem Irrtum; anfänglich sehe man immer Grübchen, ja grubige Vertiefungen mit rauher Oberfläche, ja, selbst bei glattpolierten Defekten lassen sich diese Vertiefungen, welche Howshipschen Lakunen gleichen, noch immer nachweisen. Diese Grübchen fehlen demnach niemals und haben für die Entstehung der Defekte eine große Wichtigkeit. Besonders wichtig sei aber, daß diese Defekte an Tierzähnen, namentlich beim Pferde und Rinde, vorkommen, und daß der makro- und mikroskopische Befund mit dem der keilförmigen Defekte übereinstimmt. Karies ist der Prozeß nicht, es fehlen die Merkmale der Kalkentziehung. Baume vermutet chemische Einflüsse, und da er bei Versuchen mit Alkalien Grübchenbildung fand, hielt er Alkalien für die Ursache der Defekte. Daraus lasse sich dann erklären, warum beim Pferde, dessen Speichel stark alkalisch sei, am Hackenzahne sehr häufig solche Defekte vorkommen, beim Menschen dagegen, wo die Verhältnisse die umgekehrten sind, die Karies überwiege. Auch die Glätte kann nicht durch mechanische Mittel hervorgerufen werden. Die Glätte sei zwar eigentümlich, aber nicht charakteristisch. Eine Ursache für das Zustandekommen der Glätte anzugeben sei nicht nötig, da die Glätte eine Eigentümlichkeit dieser Art von Substanzverlusten, welche durch Alkalien entstehen, bilde und höchstens auf einen gleichmäßigen Fortschritt hinweise. Die Unhaltbarkeit der Theorie, die Defekte durch die Wirkung der Alkalien zu erklären, sah Baume bald ein und faßte dann in seinen späteren Publikationen[1] unter der Bezeichnung »Exfoliatio eboris« verschiedenartige Substanzverluste an der äußeren Oberfläche der Zähne zusammen, die sämtlich ihre Entstehung der Abblätterung peripherer Zahnbeinschichten verdanken.

Es sind das:

I. die Exfoliation an den Hakenzähnen der Pferde;
II. die Exfoliation an den Stoßzähnen der Elefanten;
III. die keilförmigen Defekte, und zwar:
a) am Zahnhalse der Incisivi des Pferdes,
b) der Schneidezähne des Rindes,
c) an dem Zahnhalse beim Menschen;
IV. die Necrosis eboris.

Allen diesen pathologischen Prozessen ist das Abblättern von Zahnbeinsubstanz unter Zurücklassung von Grübchen, welche als Howshipsche

[1] Baume, Odontologische Forschungen. II, S. 104, und Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. Auflage. S. 211.

Lakunen bekannt sind, gemeinsam. Alles, Verlauf, Aussehen und die Strukturverhältnisse weisen darauf hin, daß alle diese Prozesse auf Exfoliation beruhen. Die Exfoliation ist das Wesentliche, alle übrigen Erscheinungen sind zufällige. An den Hakenzähnen des Pferdes und an den Stoßzähnen der Elefanten behalten die Defekte die grubige Oberfläche. Weder ein Antagonist noch die Lippe oder Zunge kommen wesentlich mit ihnen in Berührung. Die mechanische Abreibung tritt demnach sehr zurück; es fehlt die Politur. Die entblößten Zahnsubstanzen mortifizieren. Dieses verwitterte Gewebe löse sich einfach ab, und zwar in Kugelform, wie der Aufbau geschah. Davon rühren auch die Howshipschen Lakunen her. Bei der mikroskopischen Untersuchung sehe man die Howshipschen Lakunen, das Zahnbein sei eigentümlich zerklüftet, man sehe Spalten, um welche die Zahnbeinkanälchen so eigentümlich gruppiert sind, daß man die Spalten unmöglich als gewöhnliche Risse, wie sie so häufig vorkommen, erklären kann.

Niemeyer[1] fand die Defekte stets nur an der Lippen- beziehungsweise Wangenfläche, und zwar bei Patienten, die ausnahmslos einen fleißigen Gebrauch von der Zahnbürste machten. Zähne, die von der Bürste mehr getroffen werden, zeigen größere Substanzverluste als die weniger getroffenen. Alle Defekte waren schön poliert, Grübchen konnten, selbst bei 50facher Vergrößerung, nie nachgewiesen werden. Die Reaktion, an den verschiedenen Stellen des Mundes vorgenommen, war nicht ein einzigesmal alkalisch. Die Politur lasse sich nur der Bürste zuschreiben, eine Politur infolge chemischer Resorption lasse sich schwer begreifen.

Parreidt[2] findet in der Poliklinik diese Defekte selten, unter 30.000 Fällen ein einziges Mal, während sie in der Privatpraxis, welche aus Patienten besteht, die ihre Zähne pflegen und die Bürste regelmäßig verwenden, ziemlich häufig (auf 300 Fälle einmal) sich vorfinden. Es muß daher der Bürste ein Einfluß zugeschrieben werden, wobei aber eine Disposition vorausgesetzt werden muß, da sonst in jedem Falle, wo die Bürste gebraucht wird, Defekte entstehen müßten.

Würde die Bürste nicht gebraucht werden, wären wahrscheinlich kariöse Defekte vorhanden, wenn nicht eben die Bürste rechtzeitig die gelockerten Zahnpartikelchen wegnehmen und so den Defekt glatt halten würde. Als Ursache werden chemische Einflüsse, zugleich aber auch die Mitwirkung mechanischer Momente (Reibung der Zahnbürste, der Weichteile und der harten Nahrung) angegeben. Auch an Milchzähnen kommen diese Defekte vor.

---

[1] Niemeyer, Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. Bd. XIX, S. 220.

[2] Parreidt, Zahnärztliche Mitteilungen. 1882, S. 107, und Kompendium der Zahnheilkunde, S. 49.

Schlenker[1] sucht durch Versuche mit Zahnbürste und verschiedenen Zahnpulvern zu beweisen, daß diese die Hauptursachen der Defekte seien. Die scharfe Abgrenzung am Schmelz entstehe dadurch, daß der Schmelz durch keines der Pulver, mit denen die Versuche gemacht wurden, wie Bimsstein, Lindenkohle usw., angegriffen wird. Das Zustandekommen dieser Usuren wird jedoch wesentlich erleichtert, wenn durch das saure Sekret des Zahnfleisches der Zahn oberflächlich erweicht ist. In vielen, ja in den meisten Fällen dürfte diesen Defekten Karies vorangehen. Das kariöse Dentin wird weggebürstet. An der lingualen Fläche sowie an dem vorderen und hinteren Teile des Zahnhalses sei die Ursache hauptsächlich ein chemischer Prozeß, nebstdem auch noch die mechanische Reibung. Alkalien wirken nicht deletär, nur Säuren können es sein, die bei dem Zustandekommen dieser Defekte mitwirken. Nebst der Bürste erzeuge die Politur die Reibung der Schleimhaut der Lippen, Wangen, die Reibung der Zunge und des Speisebreies. Ohne vorherige Auflockerung des Zahnes bringt selbst die härteste Bürste keinen Defekt hervor. Die Grübchen, welche Baume als charakteristisch für die Entstehung der Defekte ansieht, kann man mit Säure ebenfalls hervorrufen, die Spalten sind gewöhnliche Risse, die erst bei dem Trocknen des Schliffes entstanden sind. Die Defekte kann man demnach einteilen: 1. in chemische (durch Säuren); 2. in mechanische (durch Bürsten mit scharfen Pulvern) und 3. in chemisch-mechanische (durch Säuren und Bürsten entstanden).

Coleman[2] spricht sich gegen die Ansicht, daß die Zahnbürste die Ursache sei, aus, da die Defekte, wenn auch vorwiegend an der Labialfläche, doch auch an Stellen gefunden werden, welche für die Bürste unerreichbar sind. Es ist das eine Art von Karies, die man mit Denudation oder Erosion bezeichnet hat. Der Zustand sei ähnlich der Abschürfung durch Klammern von künstlichen Zähnen, wo die Defekte auch mehr durch die Speisereste, namentlich durch die Brotkrumen, welche sich festsetzen, als durch die Reibung der Klammern entstehen. Als Ursache dieser Defekte sei die Einwirkung einer von den Labial- oder Speicheldrüsen ausgeschiedenen Säure anzusehen.

Julius Scheff[3] findet als Ursache in vielen Fällen ein zu starkes Bürsten mit scharfen Zahnpulvern und -pasten. Eine zweite, wenn auch nicht sichere Ursache bilden die Alkalien, und endlich sei es nicht unwahrscheinlich, daß die Defekte auch durch Säuren verursacht werden. Der saure — in manchen Fällen alkalische — Mundschleim besorgt die Er-

[1] Schlenker, Über das Wesen der Zahnverderbnis. 1882, S. 116—133.

[2] Coleman, Lehrbuch der zahnärztlichen Chirurgie und Pathologie. Autorisierte Übersetzung. 1883, S. 94.

[3] Julius Scheff, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. Auflage. S. 207.

weichung; die Politur wird durch die Reibung der inneren Lippenwände oder durch die Zahnbürste besorgt, wie wir dieses beim sogenannten Entêteschlusse der beiden Zahnreihen finden.

Walkhoff[1], der so glücklich war, über ein reichhaltiges Material von derartigen Defekten zu verfügen, schließt sich im großen und ganzen den Ansichten Schlenkers an. Die Momente, die Schlenker nur für die Politur heranzieht, nimmt Walkhoff für den ganzen Verlauf der Defekte in Anspruch. Bedingung für die Bildung der Defekte ist im wesentlichen die Lockerung oder Erweichung des Schmelzes beziehungsweise des freigelegten Zahnbeins.

Miller[2] bestätigt, daß die keilförmigen Defekte nicht ausschließlich an lebenden Zähnen vorkommen. Er füllte einen Defekt an einem Prämolaren mit einem Stückchen Elfenbein, das er mit Zement befestigte. Nach zwei Jahren zeigte dieses Elfenbein zwei deutliche Einschnitte mit glatter, glänzender Oberfläche.

A. J. Billeter[3] hält auch die mechanischen Einflüsse für die alleinige Ursache der Erosion.

M. Baštýř[4] hat zahlreiche Versuche angestellt, um den Einfluß der Zahnbürste beziehungsweise scharfen Zahnpulvers auf das normale Zahnbein und auf solches, welches einige Zeit der Wirkung verdünnter Säure ausgesetzt war, festzustellen.

An normalem Zahnbein ist die Bürste allein nicht imstande, einen auffälligen Substanzverlust zu erzeugen.

Die Bürste in Verbindung mit scharfen Zahnpulvern (Lindenkohle, Os sepiae, Bimsstein usw.) ruft in kurzer Zeit — einer viertel bis zu einer halben Stunde — ziemlich tiefe, glattpolierte Defekte hervor. Wenn auch der scharfe Schmelzrand deutlich hervortritt, so ist der Defekt doch nicht so scharfrandig wie bei im Munde entstandenem Defekt und verläuft beiderseits mehr gleichmäßig. Schützt man die Wurzel in der Weise, wie dieselbe im Munde durch das Zahnfleisch geschützt ist, durch Aufkleben von Leinwand- oder Lederstreifen, so werden die Defekte wohl scharfrandiger, aber auch da wird die Fläche am Schmelzrand nicht senkrecht auf der Längsachse des Zahnes stehen. Noch bessere Resultate erhält man, wenn man mit Zähnen arbeitet, deren Zahnhals dem Einfluß verdünnter Säuren aus-

---

[1] Walkhoff, l. c. S. 157—174.

[2] Miller, Verhandlungen der Deutschen odontologischen Gesellschaft. Bd. I, Heft 1.

[3] A. J. Billeter, Die Zahnerosion. Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1891, Heft 1.

[4] M. Baštýř, Die erworbenen Defekte der harten Zahnsubstanzen. Scheffsches Handbuch für Zahnheilkunde. 1. Auflage. II, 1, S. 130.

gesetzt wird; es genügt dann die Zahnbürste allein (ohne Pulver), um Defekte hervorzurufen.

Hieraus lasse sich folgern, daß die Zahnbürste für sich allein ein in seiner Härte modifiziertes Zahnbein — wenn es sich um ein Zahnbein handelt, das durch chemische Einwirkung seine normale Härte eingebüßt hat — und in Verbindung mit scharfem Zahnpulver auch normal hartes Zahnbein anzugreifen vermag. M. Baštýř ist überzeugt, daß der Zahnbürste wohl in den meisten Fällen von keilförmigen Defekten eine wichtige, wenn nicht die Hauptrolle zukommt; sie greift den Zahn um so leichter an, da es sich um ein Zahnbein handelt, das durch Einwirkung von Säure (wahrscheinlich das saure Sekret des Zahnfleisches) zum mindesten aufgelockert, in den meisten Fällen sogar, wenn auch nur oberflächlich, kariös erweicht ist.

Doch die Ansicht, daß die Bürste die einzige Ursache der keilförmigen Defekte sei, müsse als irrig erklärt werden, seitdem konstatiert wurde, daß die Defekte nicht ausschließlich an den labialen respektive bukkalen Flächen, sondern auch an Stellen vorkommen, welche für die Bürste unerreichbar sind, oder, wenn erreichbar, eine eingreifende Wirkung der Bürste nicht zulassen. Auch das Vorkommen ganz ähnlicher Defekte bei Tieren zeige, daß die Bürste die alleinige Ursache nicht sein könne.

Durch die Reibung der Bürste, der Lippen- und Wangenschleimhaut und der gekauten Speisen lassen sich höchstens die Politur, aber durchaus nicht die Vergrößerung der Defekte erklären. Damit das Zahnbein ausgeschliffen werde, ist eine Änderung in dessen Konsistenz notwendig; das Zahnbein muß weniger hart als im normalen Zustand sein, und das ist wohl in den meisten Fällen von keilförmigen Defekten sowohl an der Labialfläche der Zähne als auch an anderen, für die Bürste nicht zugänglichen Flächen der Fall. Eine Ausnahme bilden nur die Defekte, welche durch scharfe Pulver hervorgerufen wurden, aber auch bei diesen mag manchmal eine Auflockerung der Gewebe vorangehen.

M. Baštýř ist deshalb der Ansicht, daß nicht nur im Beginn, sondern auch im weiteren Verlauf eine wenn auch geringe Kalkentziehung der oberflächlichen Zahnbeinschicht stattfindet; diese entkalkte Schicht wird aber sofort oder wenigstens recht bald auf mechanischem Weg durch Reibung der Bürste, der Schleimhaut, des Speisebreies usw. beseitigt, wodurch sich auch erklärt, daß die Defekte immer eine harte, glatte und polierte Oberfläche besitzen.

»Macht man Versuche mit Zähnen, die schon keilförmige Defekte zeigen, indem man den ganzen Zahn mit Ausnahme des Defektes in Wachs gut einhüllt, den Zahn respektive den Defekt der Einwirkung sehr verdünnter Säuren aussetzt, so wird man finden, daß der Defekt, wenn man den Zahn

immer nach einigen Sekunden herausnimmt und den Defekt selbst mit weicher Bürste wenige Sekunden lang bürstet, eine glatte und polierte Oberfläche zeigt. Wird dieser Versuch durch längere Zeit fortgesetzt, so kann man ganz gut eine Größenzunahme des Defektes nachweisen; dabei sieht man, daß die Härte, Glätte und Politur erhalten bleibt. Um die Größenzunahme mit voller Bestimmtheit nachweisen zu können, ist bloß nötig, von dem Defekt gleich zu Beginn des Versuches einen genauen Abdruck zu nehmen, der nach und nach für den größer gewordenen Defekt zu klein wird.«

»Der langsame Verlauf läßt sich wohl durch die Einwirkung einer sehr schwachen Säure erklären, die dazu nicht ununterbrochen wirkt. Hört die saure Sekretion auf, so hören auch die minimale Kalkentziehung und hiermit die mechanischen Ausschleifungen auf, wie dieses mitunter beobachtet wird.«

Zinkler[1] huldigt der rein mechanischen Theorie. Die keilförmigen Defekte entstehen durch Reibung der vielleicht etwas stark ausgeprägten Fasern des Musculus buccolabialis unter Mitwirkung der fortwährend aus dem Speichel niederfallenden Kalksalze als Schleifmittel; Metallfüllungen sind an vorstehenden Flächen stets blank poliert. Der übermäßige Gebrauch der Bürste kann nicht die Ursache der keilförmigen Defekte sein.

Zsigmondy jun.[2] ist gleich seinem Vater der Ansicht, daß die Zahnbürste in Verbindung mit scharfem Zahnpulver die alleinige Ursache der Bildung der keilförmigen Defekte sei. Zsigmondy hat die verschiedenen Putzmittel auf ihre Schleifkraft untersucht und gefunden, daß Bimsstein und Kohlenpulver die größte Schleifkraft besitzen. Auch die Pasta Suin de Boutemard ist sehr scharf.

Metnitz[3] nimmt ebenfalls nur eine mechanische Ursache an.

Znamensky[4] hat eine ausführliche Arbeit über die keilförmigen Defekte geliefert. Er hält die mechanische Abreibung nicht für die alleinige Ursache der keilförmigen Defekte, sondern glaubt, daß außerdem das Zahnbein durch irgendwelche unbekannte Prozesse verändert würde. Man hat bisher die Bildung der keilförmigen Defekte entweder rein mechanischen Ursachen zugeschrieben, oder es wurde außer der vitalen Theorie Linderers und der Exfoliationstheorie Baumes noch die Auflösung der Kalksalze zu

---

[1] Zinkler, Zervikale Ränder der Zähne. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1894, S. 421.

[2] Zsigmondy jun., Über keilförmige Defekte an den Fazialflächen der Zahnhälse. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1894, S. 439.

[3] Metnitz, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1895, S. 234.

[4] Znamensky, Къ вопросу о происхожденiи клиновидныхъ изъяновъ на зубахъ. Русская хирургiя (Книга Nr. 4).

Hilfe genommen. Znamensky stellte nun Versuche an, um zu erforschen, ob nicht eine Verminderung der organischen Bestandteile des Zahnes — des sogenannten Zahnknorpels — die alleinige oder wenigstens mithelfende Ursache der Bildung der keilförmigen Defekte sein könnte. Er kochte Zähne im Vulkanisierkessel bei 110—125⁰; dadurch soll das Dentoidin (Zahnknorpel), wenn nicht vollkommen, so doch zum größten Teil zerstört werden. An den Zähnen, die bei 120—125⁰ gekocht worden waren, konnten mit der Zahnbürste leicht keilförmige Defekte erzeugt werden. Freilich bedeckte Znamensky den ganzen Zahn, um ihn vor Bruch zu schützen, mit einem Zinnblech, in das er Fenster von verschiedener Form und Größe hineingeschnitten hatte. Mikroskopisch fand Znamensky an der Oberfläche der bei 125⁰ gekochten Zähne genau dieselben untertassenförmigen Vertiefungen, wie sie Baume bei den natürlichen keilförmigen Defekten beschreibt. Znamensky stellt sich nun vor, daß, wenn das Dentoidin, welches das Bindemittel für die Kalksalze bildet, geschwunden ist, die Kalksalze keinen Zusammenhalt mehr haben und mechanisch ausfallen, eventuell durch das Bürsten und Kauen diese mechanische Entkalkung befördert wird.

Bridgeman und Garretson haben den Zahnschwund auf die Einwirkung von elektrischen Strömen im Munde zurückgeführt.

Leon Frey[1] hält ebenso wie Darby[2] Arthritismus, zumal wenn er von gichtischen Symptomen begleitet ist, als prädisponierend für besonders wichtig. (Snyder[3] hatte 70% seiner Fälle an Gichtikern beobachtet.) Nach Frey kommen keilförmige Defekte bei Männern öfter als bei Frauen vor, auch wirkt warmes und feuchtes Klima prädisponierend. Frey bemerkt bei Beantwortung der Frage, ob eine Beziehung zwischen keilförmigen Defekten und Karies besteht, ganz richtig, daß es sich eher um einen Antagonismus handelt zwischen dem zur Karies prädisponierten Zahn mit seinem Mangel an Kalk und Reichtum an organischer Substanz und dem für keilförmige Defekte prädisponierten Zahn mit Reichtum an Kalk und Mangel an organischer Substanz.

Michaels[4] erklärt die Auflösung des Dentoidins durch Rhodansalze des Speichels für die Ursache der Bildung von Erosionen, die ja aus denselben Ursachen wie die keilförmigen Defekte zu entstehen scheinen; das Nähere darüber soll im nächsten Kapitel, »Erosionen«, gesagt werden.

---

[1] Leon Frey, Erosion chimique des dents. Travaux du 3e Congrès Dentaire Intern. IIe lection. Paris 1900.

[2] E. Darby, Erosion and the Gouty diathesis, are they usually associated? Dental Cosmos. 1892, August und September.

[3] Snyder, Dental Review. 1898, 15. Februar.

[4] Michaels, Du rôle de l'hyperacidité organique et des sulphocyanures salivaires dans l'abrasion chimique des dents (rapport présenté au Congrès tenu à Lyon en 1898).

Auch Preiswerk[1] erklärt das Zustandekommen der keilförmigen Defekte aus Veränderungen des Dentoidins. Doch während Michaels die Entknorpelung als rein chemischen Prozeß hinstellt, ist Preiswerk der Ansicht, daß die organische Substanz durch die proteolytische Wirkung trypsinähnlicher bakteritischer Enzyme zerstört wird.

Um vor allem eine den wirklichen Verhältnissen ähnlichere Wirkung der Bürste auf extrahierte Zähne zu bekommen, habe ich folgenden Apparat konstruiert: Mit einem Elektromotor ist eine Kurbel verbunden; die daran befestigte Kurbelstange bewegt bei Drehung des Motors einen Schlitten hin und her, der eine gewöhnliche Zahnbürste trägt, die durch Federkraft an den Hals eines in einem kleinen Schraubstock befestigten natürlichen Zahnes angedrückt wird. Die Zahnbürste kann durch ein zwischen den Borsten endigendes Röhrchen, dem durch einen Gummischlauch tropfenweise Wasser zugeführt wird, stets feucht erhalten werden. Diese Vorrichtung entspricht den natürlichen Verhältnissen viel mehr als die bisher zu diesen Experimenten gebrauchten Zirkularbürsten; denn erstens wird eine wirkliche Zahnbürste verwendet, und zweitens kann man, wenn man den Elektromotor tagelang arbeiten läßt, statt des scharfen Bimssteins und Kohlenpulvers ganz milde wirkende, den natürlichen Verhältnissen mehr entsprechende Zahnputzmittel nehmen.

Ich habe mit diesem Apparat folgende Experimente angestellt:

1. Ein Zahn wurde von einer mittelharten Zahnbürste ohne Zugabe eines Schleifmittels fünf Tage und Nächte gerieben, ohne daß ein merklicher Defekt entstanden wäre.

2. Ein Zahn wurde mittels einer mittelharten Zahnbürste unter Anwendung von fein geschlämmtem Bimsstein einen Tag gerieben. Es entstand ein polierter keilförmiger Defekt, der am Emailrande ziemlich scharf, sonst aber unscharf war.

3. Um die schützende Wirkung des Zahnfleisches nachzuahmen, habe ich über die Wurzel einen Kautschukschlauch gezogen, welcher der Form des Zahnfleisches entsprechend abgeschnitten war; der Zahn wurde wie bei Experiment 2 behandelt. Der entstandene keilförmige Defekt hatte nicht nur am Emailrande, sondern auch gegen die Wurzel zu ziemlich scharfe Ränder.

4. Ein in 10%iger HCl entkalkter Zahn wurde der Wirkung einer mittelharten Bürste zwei Tage lang ausgesetzt; es entstand ein ganz flacher, muldenförmiger, nach keiner Seite hin begrenzter, über Wurzel und Email sich gleichmäßig erstreckender schlecht polierter Defekt.

5. Ein gleicher Defekt kam bei Benutzung von fein geschlämmtem Bimsstein in sechs Stunden zustande.

---

[1] Preiswerk, Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1903. S. 127.

6. Ein bei 125° drei Stunden lang gekochter Zahn wurde mittels ziemlich weicher Zahnbürste eine Stunde lang gebürstet. Es entstand ein keilförmiger gut polierter Defekt, etwas schärfer als bei Experiment 2. (Damit der sehr spröde Zahn nicht zerbreche, wurde er mit der lingualen Seite in Gips eingebettet.)

7. Ein bei 125° gekochter Zahn, mit schützendem Kautschukschlauch versehen, wurde mit fein geschlämmtem Bimsstein vier Stunden lang gebürstet. Es entstand ein hochpolierter keilförmiger Defekt mit ganz scharfen Rändern, der den natürlichen keilförmigen Defekten an Schärfe und Politur nicht nachstand.

8. Einlegen der Zähne in 1%ige Rhodanlösung durch vier Tage hatte auf die Art und Form der nachher durch Bürsten erhaltenen Defekte gar keinen Einfluß.

9. Zähne, die einige Tage in Soda-, Pottasche- oder Kalilaugelösung gelegen waren, verhielten sich bei den verschiedenen Versuchen wie Zähne, die keinem chemischen, thermischen oder sonstigen Einflusse ausgesetzt worden waren, nur schienen mir die entstandenen keilförmigen Defekte etwas scharfrandiger zu sein.

10. Es wurden Zähne in Pottasche- respektive Soda- und Kalilaugelösung lange Zeit gekocht. Das Zahnbein der Wurzel ließ sich nachher mit dem Fingernagel abschaben, während das Email vollständig unverändert blieb. Mit einer ganz weichen Bürste konnte in kurze Zeit ohne ein Schleifmittel ein scharfbegrenzter keilförmiger Defekt erzeugt werden.

11. Ein Zahn wurde an seinem Halse der Wirkung von 10%iger HCl drei Tage lang ausgesetzt; es wurde nämlich ein Kautschukschlauch an seinem Ende wasserdicht auf dem Zahnhalse so befestigt, daß die im Schlauch befindliche HCl teils die Wurzel, teils das Email bedeckte. Mit ganz feinem Schleifmittel wurde einen halben Tag lang gebürstet; es entstand ein flacher, muldenförmiger, auf Wurzel und Krone gleichmäßig verbreiteter Defekt.

12. Dasselbe Experiment und der gleiche Effekt wie bei 11, nur ließ ich Säure und Bürste einigemal abwechselnd wirken.

13. Ein Zahn wurde am Halse mit Gold gefüllt und dann an dieser Stelle mit einer weichen Bürste ohne Schleifmittel drei Tage lang gebürstet. Wurzel und Krone blieben unverändert; in der Goldfüllung eine minimale Ausschleifung.

14. Ein Zahn wurde am Halse mit Gold gefüllt und dann an dieser Stelle mit einer weichen Bürste und einem ganz feinen Schleifmittel einen halben Tag lang gerieben; das Email blieb fast intakt, das Gold war etwas mehr abgerieben, so daß zwischen Email und Gold eine minimale Stufe entstand; dagegen war das Zahnbein der Wurzel so stark geschwunden,

daß sich in der Wurzel ein tiefer, doch nicht scharfrandiger keilförmiger Defekt gebildet hatte.

15. Ein Zahn, dessen Hals mit Gold gefüllt war, wurde in 10%ige HCl gelegt. Schon nach einer halben Stunde war das Email so geschwunden, daß das Gold das Email um $1/2$ *mm* überragte, während das Zahnbein der Wurzel nicht so sehr geschwunden war.

16. Ein Zahn, dessen Hals mit Gold gefüllt war, wurde nach Znamensky bei 125° gekocht und mit einer weichen Bürste ohne Schleifmittel eine Stunde lang bearbeitet; es entstand eine ziemlich tiefe Stufe zwischen Gold und Wurzel. Zwischen Email und Gold fand sich keine Stufe.

17. Dieselben Experimente wurden auch mit Porzellanfüllung wiederholt und dieselben Resultate erzielt, nur daß die Porzellanfüllung natürlich viel widerstandsfähiger war als die Goldfüllung.

18. Die wichtigsten dieser Experimente wurden wiederholt, jedoch so, daß die Bürste anstatt quer über den Zahn in sagittaler Richtung geführt wurde. Zur Erzeugung gleich tiefer Defekte war eine bedeutend längere Zeit notwendig; die Defekte hatten außer bei Dekalzinierung die Keilform, jedoch waren die Ränder bei weitem nicht so scharf.

Aus diesen Experimenten ist zu ersehen, daß durch eine Zahnbürste allein an normalem unverändertem Dentin kein keilförmiger Defekt entstehen kann (Experiment 1), wohl aber bei Benutzung eines scharfen Putzmittels (Experiment 2), wenngleich die Defekte nicht ganz so scharfrandig sind, wie wir sie gewöhnlich im Munde sehen. Etwas scharfrandiger werden die Defekte durch die Wirkung des Zahnfleisches (Experiment 3). Doch beobachten wir auch im Munde nicht ganz scharfrandige Defekte, welche dann ebenfalls ganz allein der Zahnbürste und scharfem Zahnpulver, eventuell auch der Wirkung des Musculus buccolabialis unter Mithilfe der aus dem Speichel stets sich niederschlagenden Kalksalze als Schleifmittel zuzuschreiben sind. Jedenfalls spielt die mechanische Abreibung, besonders durch Zahnbürsten, eine wichtige Rolle; denn es steht fest, daß die meisten Patienten, die keilförmige Defekte haben, mit harten Zahnbürsten in horizontaler Richtung und gewöhnlich noch unter Benutzung eines scharfen Zahnputzmittels die Zähne bürsten; für die Mitwirkung der Zahnbürste bei Bildung der keilförmigen Defekte spricht auch der Umstand, daß gerade die Eckzähne, die gewöhnlich am meisten aus dem Zahnbogen hervortreten, den mechanischen Insulten daher am meisten ausgesetzt sind, auch die tiefsten keilförmigen Defekte aufweisen. Auch finden wir bei Menschen, die rechtshändig sind, die Defekte auf der linken Seite mehr ausgeprägt als auf der rechten; in einem Falle sah ich auf der rechten Seite tiefere keilförmige Defekte als auf der linken, und es erregte die Verwunderung des betreffenden

Patienten, als ich ihm nach dem Befunde an den Zähnen sagte, daß er ein Linkser sei, was er auch bestätigte.

Daß die Zahnbürste von großem Einflusse auf die Bildung der keilförmigen Defekte ist, erhellt schon daraus, daß die keilförmigen Defekte fast nur an den labialen respektive bukkalen Flächen der Zähne vorkommen. Man sieht wohl hie und da den keilförmigen ähnliche Defekte an der lingualen Fläche der Zähne, doch entpuppen sich dieselben bei näherer Untersuchung als Abreibungsflächen, hervorgerufen entweder durch Antagonisten oder durch Goldklammern von Prothesen. Jedenfalls halte ich die Behauptung für berechtigt, daß keilförmige Defekte in der Regel an der labialen respektive bukkalen Fläche vorkommen, also an Stellen, wo die Bürste einwirken kann, und daß das Vorkommen solcher Defekte an anderen, für die Bürste schwer oder gar nicht zugänglichen Stellen höchst selten ist. Die Richtigkeit dieser Annahme wird auch nicht durch Funde erschüttert, die man an ausgezogenen Zähnen gemacht hat; denn ohne Kenntnis der näheren Umstände, unter welchen jeder einzelne Zahn sich im Munde befand, sind solche Funde meist sehr problematischer Natur. Ich habe schon oben auf den Defekt an der Lingualfläche hingewiesen, der, obschon einem keilförmigen Defekt gleichend, doch nur Abnutzung durch eine Klammer war. So kann man an der Distalfläche eines Backenzahnes einen keilförmigen Defekt finden und daraus folgern, daß an dieser Usur die Bürste keinen Anteil habe, denn diese Fläche könne die Bürste gar nicht erreichen; und doch ist es möglich, daß gerade diese Usur hauptsächlich durch die Wirkung der Bürste entstand, wenn zufällig der Zahn anomal um 90° gedreht war, oder wenn bei normaler Stellung sich hinter ihm eine große Lücke durch Fehlen eines oder zweier Zähne befand.

Wenn weiter als ein unwiderleglicher Beweis gegen die Zahnbürstentheorie angeführt wird, daß selbst Zähne, die nicht gepflegt werden und die mit Zahnstein und grünem Belage verunreinigt sind, keilförmige Defekte zeigen, so kann man dem entgegenhalten, daß diese Verunreinigungen später entstanden sind, zu einer Zeit, wo die Defekte schon längst gebildet waren und die Zähne nicht mehr so gut gepflegt wurden wie früher. Ich schließe dies daraus, weil mir selbst zwei Fälle vorkamen, wo glattpolierte Defekte mit Zahnstein belegt waren und mir die Auskunft gegeben wurde, daß nach dem Auftreten der keilförmigen Defekte die früher gebrauchte Bürste beseitigt wurde, weil eben die Bürste als die Ursache dieser Defekte bezeichnet worden war.

Wie viele andere habe auch ich gefunden, daß alle Kranken, bei denen ich keilförmige Defekte sah, die Bürste seit jeher gebraucht hatten, und daß auch dementsprechend die Zähne gut gepflegt waren; viele benutzten überdies scharfe Zahnpulver, namentlich Lindenkohle, wovon auch die bläulichen Ränder des Zahnfleischrandes zeugten.

Da jedoch viele Menschen mit Zahnbürste und scharfem Zahnpulver die Zähne bürsten, ohne keilförmige Defekte zu haben, da keilförmige Defekte auch in Zysten, dann bei Pferden und Rindern vorkommen, da außerdem die gewöhnlichen, im Munde des Menschen vorkommenden keilförmigen Defekte viel schärfere Ränder haben als jene, die auf rein mechanische Weise experimentell erzeugt worden sind, muß man annehmen, daß bei der Bildung der keilförmigen Defekte außer der mechanischen Wirkung, die dabei zweifellos eine wichtige Rolle spielt, gewöhnlich noch andere Agenzien mit tätig sind. Wenn die Anhänger der rein mechanischen Theorie behaupten, daß in Zahnhalsfüllungen, ob nun aus Elfenbein oder Gold, Rinnen — nicht keilförmige Defekte — gesehen wurden, so beweist das nichts anderes, als daß der alte Satz: gutta cavat lapidem noch immer seine Richtigkeit hat; auch ich bestreite ja nicht, wie schon gesagt, daß in seltenen Fällen die keilförmigen Defekte — besonders jene, die nicht ganz scharfe Ränder haben — nur durch Mißbrauch von Zahnbürste und scharfem Zahnpulver entstanden sein können. Immer ist aber bei rein mechanischer Abreibung des Zahnhalses die größere, in der Richtung der Zahnachse verlaufende Fläche nicht ganz eben, sondern etwas konkav, und zwar aus dem Grunde, weil einerseits das Zahnfleisch, anderseits der scharfe Emailrand die Wirkung der Borsten abschwächen, so daß die größte Tiefe nicht beim Emailrande, sondern etwas weiter davon entfernt ist; wenn dagegen vor der mechanischen Wirkung noch ein anderes Agens einwirkt, so ist gerade die Vertiefung nächst dem Emailrande der Ort, wo dieses Agens, indem es dort meist zurückgehalten wird, am stärksten wirkt; daher ist auch hier die tiefste Stelle des Defektes.

Wenn wir uns nun die Frage vorlegen, welches Agens neben den mechanischen Einflüssen bei der Entstehung der keilförmigen Defekte mitwirkt, müssen wir zunächst an die zwei vitalen Theorien von Linderer und Baume denken.

Von einer Resorption der erkrankten Zahnbeinschichten durch die gesunden, wie sie Linderer annahm, kann nicht gesprochen werden; Walkhoff führt gegen diese Theorie an, daß die keilförmigen Defekte auch an eingesetzten Zähnen vorkommen. An eine Exfoliation, wie sie Baume angibt, ist wohl kaum zu denken. Ich kann mir einen Defekt, bei dem die Zahnbeinschichten in der Weise exfoliiert werden, wie die Kalksalze sich ablagerten (denn nur die Kalksalze werden in Globularform abgelagert), und trotzdem die Flächen glatt und poliert wären, nicht gut vorstellen; ich meine, ein Defekt müßte, solange die Exfoliation dauert, uneben und rauh sein. Erst wenn die Exfoliation aufhört, könnte eine Glätte und Politur eintreten; ein glatter Defekt müßte aber stationär sein; sobald er sich vergrößern würde, müßten Glätte und Politur schwinden und wieder Grübchen

auftreten. Das findet jedoch nicht statt; ein glattpolierter Defekt bleibt glatt und poliert und nimmt doch zu.

Auch die mikroskopische Untersuchung spricht gegen eine Exfoliation. Die Howshipschen Lakunen, welche wir bei Resorption der Knochen und Zähne finden, kommen hier nicht vor; denn die Grübchen, die man zu Beginn der Bildung und in seltenen Fällen noch später findet, sind keine Howshipschen Lakunen. Wie bekannt, bekam Baume solche Grübchen auch nach Einwirkung von Kochsalz und Znamensky durch Kochen bei 125°. Die Spalten an der Peripherie des Schnittes, auf die Baume ein so großes Gewicht legt, wurden von Schlenker und Walkhoff als Sprünge erkannt, wie sie an Zahnbeinschliffen so leicht vorkommen, namentlich wenn die Zahngewebe nicht gleichmäßig hart sind, wenn die Oberfläche etwas weicher ist als die normalen tieferen Schichten, wenn also die Möglichkeit der ungleichen Kontraktion ungleich harter Schichten vorliegt.

Die mikroskopische Untersuchung bietet überhaupt nicht viel Bemerkenswertes. Man findet einen schmäleren oder breiteren Gürtel von transparentem Dentin und, entsprechend dem äußeren Defekt, auch die Pulpahöhle durch eine in die Pulpahöhle vorspringende Dentinbildung (Ersatzdentin) verengt; ja, mitunter ist die Höhle ganz geschwunden.

Die Begrenzungslinie bei den glattpolierten Defekten zeigt keine Grübchen und auch keine Spalten.

Wenn die Spalten an den keilförmigen Defekten ein charakteristisches Merkmal der Exfoliation wären und sich bilden würden, solange der Zahn noch im Mund steht, so würden diese Spalten jedenfalls zu Retentionsherden werden, und aus den keilförmigen Defekten würden ganz regelmäßig kariöse Defekte entstehen; es kommt nun freilich manchmal vor, daß sich wirklich Retentionsherde entwickeln, im großen ganzen sind dies jedoch nur Ausnahmsfälle.

Gegen die angebliche Mortifikation der freiliegenden Zahnbeinschichten spricht die mitunter starke Empfindlichkeit derselben. Aus allen diesen Erwägungen geht hervor, daß die sogenannte Exfoliationstheorie unhaltbar ist.

Wir müssen daher andere mithelfende Ursachen der Bildung der keilförmigen Defekte suchen. Es können dies nun Einflüsse sein, die entweder auf die Kalksalze oder aber auf die organische Grundsubstanz — den Knorpel — einwirken, indem sie diese auflösen und vermindern. Eine auflösende Wirkung auf die Kalksalze könnten nur Säuren ausüben, wie sie ja im Munde reichlich vorkommen. Daß aber Säuren bei der Bildung von keilförmigen Defekten nicht mitwirken können, ersieht man aus den Versuchen 4, 11 und 12. Es ist ja leicht begreiflich, daß sich die Einwirkung der Säuren nicht gerade nur auf das Zahnbein der Wurzel genau

längs der Grenze des Emails beschränken wird; im Gegenteil: da das Email hauptsächlich aus Kalksalzen besteht, wird es von einer Säure mehr angegriffen werden, da es ja relativ mehr Kalksalze zu verlieren hat als das Zahnbein; es wird sich daher bei der Wirkung einer Säure der Defekt auf Wurzel und Krone gleichmäßig verteilen. Von einer scharfen Grenze am Emailrande, wie sie die keilförmigen Defekte zeigen, kann bei einer Wirkung von Säuren nicht die Rede sein, wie ja auch aus den Versuchen 4, 11 und 12 hervorgeht. Nach meiner Ansicht können demnach Säuren oder überhaupt Agenzien, die die Kalksalze der Zähne lösen, niemals keilförmige Defekte erzeugen; in allen diesen Fällen entsteht vielmehr Halskaries. Dieser Antagonismus zwischen Karies und keilförmigen Defekten zeigt sich auch darin, daß das Bürsten die Ausbreitung der Karies hemmt, während es die Vergrößerung der keilförmigen Defekte begünstigt.

Es bleibt also nur noch die Annahme übrig, daß bei der Bildung der keilförmigen Defekte Einflüsse mitwirken, welche die organische Grundsubstanz des Zahnes — das Dentoidin oder den Zahnknorpel — verändern.

Wie aus den Experimenten 6, 7, 10, 16 und 17 zu ersehen ist, entstehen auch wirklich die den natürlichen keilförmigen Defekten ähnlichsten Defekte dort, wo durch Prozesse, wie sie freilich im Munde nicht vorkommen können, die organische Grundsubstanz des Zahnes vermindert wurde. Der charakteristische scharfe Emailrand, den diese künstlichen Defekte zeigen, ist ein Beweis dafür, daß das Email durch das Kochen bei 125° an Härte und Widerstandsfähigkeit nichts eingebüßt hatte, daß also die Kalksalze, welche dem Email seine Härte verleihen, unverändert geblieben waren.

Um zu zeigen, wie verschieden die einzelnen Agenzien auf Dentin und Email einwirken, habe ich in den Experimenten 14, 15, 16 und 17 als unveränderlichen Maßstab zwischen Zahnbein und Email Gold- oder Porzellanfüllungen angebracht. Wie aus Versuch 15 zu ersehen ist, war das Email bei der Säurenwirkung so geschwunden, daß ich weitere Versuche mit der Bürste für überflüssig hielt. Anderseits zeigen wieder die Versuche 16 und 17, daß bei der »Entknorpelung« das Email von seiner Härte nichts verlor, während sich im Zahnbeine der Wurzel durch Bürsten mit einer weichen Bürste ohne Schleifmittel in kurzer Zeit Defekte bildeten: also genau dasselbe Bild, wie wir es so oft an Zähnen sehen, deren Zahnhals wegen keilförmiger Defekte mit Gold gefüllt wurde. Es überragen dann oft die Goldfüllungen nach Jahren den Zahn wie Nagelköpfe, und besonders gegen die Wurzel zu ist der Niveauunterschied bedeutend. Daß der Verminderung des Dentoidins bei der Bildung der keilförmigen

Defekte eine besondere Bedeutung zukommt, dafür spricht auch der Umstand, daß die keilförmigen Defekte gerade bei harten gelben Zähnen häufiger vorkommen als bei den weichen, denn die harten Zähne enthalten weniger Dentoidin und mehr Kalksalze. Auch die harte und polierte Oberfläche des Defektes spricht für die Dentoidintheorie; denn wenn es sich um Entkalkung, also Erweichung der Zahnmasse, handeln würde, müßte, solange diese weichen Massen nicht entfernt sind, die Oberfläche des Defektes weich und ohne Glanz sein. Dagegen ist bei Zähnen, die bei 125° gekocht wurden, die Oberfläche des Zahnbeines hart und, selbst wenn man es nur mit dem Fingernagel abkratzt, immer poliert.

Ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Dentoidintheorie ist die Empfindlichkeit der keilförmigen Defekte an der Oberfläche; diese läßt sich auf folgende Weise erklären: Wenn der Zahn teilweise an der Oberfläche entknorpelt ist, so haben die Kalksalze nicht den richtigen Zusammenhalt und brechen an der Oberfläche zusammen, so daß die Endigungen der Zahnbeinfasern freiliegen und selbst die zarteste Berührung mit einem Pinsel schmerzhaft ist; wenn dagegen nur die Kalksalze entfernt wären, wären die Enden der Zahnbeinfasern noch immer in den Zahnbeinkanälchen geschützt und es wäre eine so große Empfindlichkeit nicht gut möglich.

Schließlich erwähne ich noch den mikroskopischen Befund Znamenskys an den bei 125° gekochten Zähnen, welche ähnlich den natürlichen keilförmigen Defekten untertassenförmige Vertiefungen und auch die transparente Zahnbeinschicht zeigen.

Wir können also über die Ursachen der keilförmigen Defekte kurz zusammenfassend folgendes sagen: »Manche Defekte entstehen durch mechanische Einflüsse allein, und zwar entweder durch Reiben mit der Zahnbürste in Verbindung mit mehr weniger scharfen Zahnpulvern oder durch die Reibung der Lippen und der Speisen während des Kauaktes. Meist jedoch wirken noch andere Einflüsse mit. Daß es Säuren oder andere Agenzien wären, welche die Kalksalze lösen, ist ausgeschlossen; es sind vielmehr Prozesse, durch welche die organische Grundsubstanz des Zahnes — das Dentoidin — gelöst oder vermindert wird; durch diese Verminderung der Grundsubstanz verlieren die Kalksalze ihren Zusammenhalt und fallen mechanisch heraus.«

Welche Einflüsse dies nun sind, wissen wir noch nicht mit Sicherheit; es fehlt noch an Untersuchungen und Experimenten in dieser Richtung. Die Verminderung des Dentoidins könnte zunächst durch innere Stoffwechselveränderungen im Zahne selbst hervorgerufen werden. Es könnte aber weiter eine solche Verminderung des Dentoidins auch durch äußere Einflüsse bedingt sein. Natürlich bleiben die hohen Temperaturen, wie sie Znamensky angewendet hat, außer Frage. Dagegen könnte es sich um chemische Ein-

wirkungen im Munde handeln, wenn es mir auch nicht gelungen ist, experimentell auf chemischem Wege eine Entknorpelung zu erzeugen; bakteritische Enzyme dürften dabei wohl kaum in Betracht kommen. Miller, der früher Anhänger der reinen Zahnbürstentheorie war, berichtet in einer groß angelegten Arbeit[1] über Versuche, die den beschriebenen sehr ähnlich sind und auch zu den gleichen Resultaten führten; auf Grund dieser Versuche und theoretischer Erwägungen kommt Miller zu Schlußfolgerungen, die von den oben angeführten nur wenig abweichen.

Was nun die Symptome anbelangt, so macht sich, früher noch als der augenfällige Defekt selbst, die große Empfindlichkeit bei der leisesten Berührung, und gerade bei dieser, bemerkbar; später, wenn die, wie oben bemerkt, freiliegenden Zahnbeinfasern durch den steten Reiz oberflächlich abgestorben sind, hört diese Empfindlichkeit auf. Wenn dann der Defekt so groß geworden ist, daß nur eine dünne Schicht Zahnbein die Pulpa bedeckt, stellt sich Empfindlichkeit bei thermischen Insulten ein. Freilich ist diese Empfindlichkeit seltener, da bei dem überaus langsamen Verlaufe die Pulpa reichlich Zeit hat, Ersatzdentin zu bilden. Nur manchmal entstehen durch Bildung von Dentikeln sehr schmerzhafte Pulpitiden. Der Prozeß schreitet immer weiter fort, bis er die Pulpahöhle erreicht hat und der Zahn so geschwächt ist, daß er bei einem etwas festeren Aufbiß abbricht. Allerdings dauert dies jahrelang, so daß man oft in zwei bis fünf Jahren kaum einen merklichen Fortschritt des keilförmigen Defektes bemerkt.

Trotzdem der keilförmige Defekt einen Winkel bildet, in dem sich Speisereste leicht halten könnten, finden wir Karies doch sehr selten, weil bei der Zugänglichkeit des Defektes und der gewöhnlich sehr gewissenhaften Reinigung seitens des Patienten alle Speisereste entfernt werden, dann weil diese Zähne der harten Struktur und des größeren Kalkgehaltes wegen keine Disposition zur Kariesbildung besitzen; schließlich ist es nicht unwahrscheinlich, daß jenes bisher unbekannte Agens, welches die Entknorpelung des Zahnes bewirkt, alkalisch reagiert, daher die sich etwa bildende Säure sofort neutralisiert.

Therapie. Da das Putzen der Zähne in horizontaler Richtung in Verbindung mit scharfen Putzmitteln jedenfalls die Bildung der keilförmigen Defekte begünstigt, so gebe man vor allem jedem Patienten eine genaue Anleitung, wie er die Zähne zu putzen hat. Dieselben sollen mit einer nicht zu harten Zahnbürste ohne Pulver und nur in vertikaler Richtung gebürstet werden (Experiment 18).

Jene Autoren, welche die Entstehung der Erosionen der Wirkung eines Sekretes der den Zähnen gerade gegenüber befindlichen Lippendrüsen

[1] Miller, Versuche und Beobachtungen über den Schwund der harten Zahngewebe. Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1907, Heft 2.

zuschreiben, empfehlen, dieselben mittels Elektrolyse oder Ignipunktur zu zerstören. Gegen die Empfindlichkeit im Anfangsstadium ist das Tuschieren mit Silbernitrat ein souveränes Mittel. Um nicht mit der überfließenden Lösung das Zahnfleisch zu ätzen, schabe ich vom Lapisstifte etwas Pulver ab und reibe dasselbe dann mittels eines kleinen Knopfinstruments in den Defekt ein. Hierauf lasse man mit etwas Salzwasser ausspülen, um das überflüssige Silbernitrat sofort in unlösliches Chlorid umzuwandeln. Michaels[1] empfiehlt, mit Antimonchlorid zu ätzen, welches vor dem Silbernitrat den Vorzug hat, den Zahnhals nicht schwarz zu verfärben. Szabó[2] empfiehlt ebenfalls $Ag\,NO_3$ gegen die Hypersensibilität der keilförmigen Defekte. Wenn einmal ein keilförmiger Defekt da ist, vergrößert er sich, freilich langsam, selbst wenn die Zähne rationell gereinigt werden. Ich habe jedoch gefunden, daß, wenn man durch längere Zeit, vier bis sechs Wochen, den Defekt mit $Ag\,NO_3$ tuschiert, der Defekt zum Stillstand gebracht wird; es mag wohl die mit Silber imprägnierte oberste Schicht eine schützende Decke bilden, die sowohl der Zahnbürste als auch besonders jener unbekannten Komponente erfolgreichen Widerstand leistet. Die schwarze Verfärbung vergeht, wenn man die Stelle mit Jodkali und Bimsstein mittels eines Holzstäbchens abreibt[3]; doch wird damit der Zweck des Tuschierens vereitelt, da der schützende Schorf dadurch weggerieben wird.

In den meisten Fällen wird es geboten sein, den keilförmigen Defekt mit Unterschnitten zu versehen, was oft sehr schmerzhaft ist, und zu füllen. Als Füllungsmaterial eignet sich an den sichtbaren Stellen Porzellan, sonst Gold; doch kann man sich nötigenfalls mit Guttapercha oder Amalgam begnügen, während Pyrophosphat nicht zu empfehlen ist.

Ist der Defekt sehr weit fortgeschritten, dann ist die Extraktion der Pulpa und Wurzelfüllung nach vorhergegangener Kauterisation oder noch besser Anästhesierung der Pulpa notwendig; hierauf kann der Defekt mit einem der obgenannten Materialien gefüllt werden.

Daß die Ausfüllung des Defektes vor dem Weiterschreiten des Prozesses nicht schützt, wurde schon bemerkt, jedenfalls aber wird dieses bedeutend verzögert, indem ein großer Teil der mechanischen Einflüsse durch die Füllung in seiner Wirkung geschwächt wird.

B. Defekte an der labialen (bukkalen) Fläche der Krone.

An den labialen beziehungsweise an den bukkalen Flächen der Zähne findet man ebenfalls, jedoch ungemein selten, glattpolierte Defekte, welche

---

[1] Michaels, l. c. pag. 23.

[2] Josef Szabó, Untersuchungen über die Wirkungsweise des $Ag\,NO_3$ auf das erkrankte Dentin. Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1902, S. 56.

[3] Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1894, S. 360.

sich dann bilden, wenn der Schmelz an der betreffenden Stelle verlorengegangen ist. Auf welche Weise dies geschieht, ist nicht bekannt; der Schmelz kann durch die Einwirkung von Säuren aufgelockert werden oder durch Wucherung von Spaltpilzen, oder er springt in kleinen Schüppchen ohne nachweisbare Ursache ab.

Die Abbildung (Fig. 378), die wir Walkhoff entnommen haben, zeigt die Entwicklung recht deutlich. »Bei *a* findet sich der grüne Belag ohne sichtbare Rauhigkeit, bei *b* eine Rauhigkeit mit kleiner Einsenkung, bei *c* ist ein Defekt bis zum Zahnbein reichend, glatt, aber noch nicht poliert, bei *d* dagegen ein herzförmiger Defekt mit vorzüglicher Politur.« Walkhoff rechnet diese Defekte auch zu den keilförmigen, nur daß die Defekte statt keilförmig an den Vorderzähnen meist herz-, an den Backenzähnen eiförmig sind.

In dieser Weise mögen wohl manche Defekte an der Labialfläche der Zähne entstehen, aber in anderen Fällen ist eine Auflockerung oder Erweichung des Schmelzes durchaus nicht nachweisbar, sondern es springen kleinere Schüppchen des Emails, an welchem vorher keine Veränderungen wahrnehmbar waren, ab; die dadurch entstandene rauhe Fläche wird, sofern das Zahnbein bloßgelegt wurde, in verhältnismäßig kurzer Zeit glatt und erhält allmählich oft eine glänzende Politur.

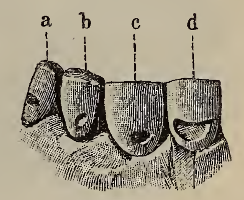


Fig. 378.

Man findet solche Defekte mitunter gleichzeitig mit den keilförmigen; da bei den keilförmigen Defekten die scharfkantige Fläche an der Emailgrenze zuweilen unterminiert ist, so scheint es nicht unwahrscheinlich, daß der so unterminierte Schmelz auf mechanische Weise losgelöst wird, und daß dann der Defekt am bloßgelegten Dentin sich in derselben Weise bildet wie am Zahnhalse.

Doch kommen solche Defekte auch an Zähnen ohne keilförmige Defekte vor, und zwar zumeist an den Frontalzähnen und an den Prämolaren, indem, wie bereits angegeben wurde, kleinere oder größere runde, zumeist aber längliche Schmelzstückchen plötzlich abspringen und eine rauhe Fläche zurücklassen, die dann, wenn sie aus Zahnbein besteht, wohl auf gleiche Weise wie bei den keilförmigen Defekten geglättet und poliert wird. Solche Defekte haben dann das Aussehen, als wenn sie durch die gewöhnliche Abnutzung durch das Kauen entstanden wären; doch kann man sich leicht überzeugen, daß an eine solche Abnutzung gar nicht zu denken ist, da die Defekte absolut mit keinem Antagonisten in Berührung kommen. Solche glattpolierte Defekte vergrößern sich in der Fläche dadurch, daß von Zeit zu Zeit wieder Teile des den Defekt umgebenden Schmelzes abspringen, und daß die rauhe Zahnbeinfläche wieder geglättet und poliert wird.

Das Leiden beginnt an der labialen Fläche. an der Schneide, überhaupt an verschiedenen Stellen. Springt der Schmelz an der gewölbtesten Stelle der vorderen Fläche, z. B. an einem Bikuspidaten, ab, so sehen wir statt der konvexen Fläche in kurzer Zeit eine ebene glänzende Fläche. Wird dieser anfangs schmale, aber zumeist in der Längsachse der Krone ausgedehntere, also längliche Defekt nach den Seiten hin in der bereits oben angegebenen Weise größer (breiter), so folgt der Defekt nicht der krummen Begrenzungsfläche des Zahnes, sondern bildet eine ebene Fläche. Hieraus ist leicht ersichtlich, daß der Defekt an der ursprünglich konvexesten Fläche des Zahnes am tiefsten ist. Die Form und Größe richtet sich nach der Größe des abgesprungenen Schmelzes und die Begrenzung bildet der noch erhaltene Schmelz.

Diese Defekte bilden ebene Flächen, und der Zahn erscheint so, als wenn die Frontalfläche einfach abgefeilt worden wäre. Der Emailrand liegt mit der polierten Fläche in einer Ebene, es gibt also keine Winkel.

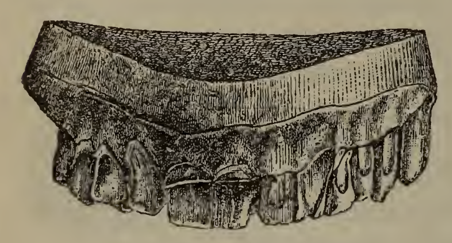


Fig. 379.

In ungemein seltenen Fällen haben jedoch die Defekte nicht das Ansehen, als ob die vorderen Flächen bloß abgefeilt worden wären, sondern es scheint, als wäre der Defekt mit einer scharfkantigen Feile in die vordere Fläche des Zahnes eingefeilt. Es entsteht dann an den Stellen, wo der Schmelz erhalten ist, und das ist in der Nähe des Zahnhalses, eine scharfrandige, glatte Fläche, die so groß ist, als der Defekt tief in den Zahn eingreift, und die mit der anderen bis zur Schneide reichenden glatten und polierten Fläche einen fast rechten Winkel bildet.

Wir geben hier eine Baume entlehnte Abbildung (Fig. 379) eines Oberkiefers, an welchem die Schneidezähne die scharfkantigen, scheinbar eingefeilten Defekte zeigen, während bei den übrigen Zähnen die labialen respektive bukkalen Flächen bloß abgefeilt scheinen. In vielleicht noch selteneren Fällen findet man an den Zähnen Defekte, bei denen es scheint, als hätte man die Frontalfläche abgefeilt, aber dabei gleichzeitig die Zähne kürzer machen wollen.

Die allmählich kürzer werdenden Zähne bekommen hierdurch eine meißelförmige Gestalt. Die Defekte reichen verschieden hoch gegen den Zahnfleischrand, sind glatt und glänzend.

Solche Zähne kommen mit ihren Antagonisten nicht mehr in Berührung und werden zwar sehr langsam, aber trotzdem immer kürzer, so daß bei geschlossenem Munde der Zwischenraum zwischen den Zahnreihen ein ziemlich bedeutender ist.

In nachstehender, ebenfalls Baume entlehnter Abbildung (Fig. 380) sehen wir die Schneidezähne in dieser meißelförmigen Weise verkürzt, während die übrigen Zähne bloß abgefeilte Frontalflächen zeigen.

M. Baštýř[1] beobachtete und beschrieb einen ganz ähnlichen Fall, nur daß die Defekte im Oberkiefer sich bloß auf die vier Schneidezähne beschränkten, welche in der angegebenen Meißelform verkürzt sind, während die übrigen Zähne im Oberkiefer keine Defekte zeigen. Am Unterkiefer sind die Defekte an den Schneidezähnen, dem linken Eck- und dem linken ersten Backenzahn derart, daß die Frontalfläche wie abgeschliffen erscheint und eine glatte und polierte Fläche bildet. Die Defekte reichen von der Schneide- respektive Kaufläche bis nahe an den Zahnfleischrand, die Zähne des Unterkiefers selbst sind nicht verkürzt. Beim Schlusse des Mundes bleibt zwischen den Schneidezähnen infolge bedeutender Verkürzung der oberen Schneidezähne, namentlich der zentralen, ein ziemlich bedeutender, halbelliptischer Raum offen.

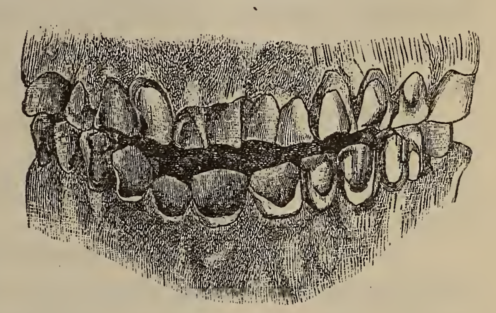


Fig. 380.

Wie bei den keilförmigen Defekten bereits erwähnt wurde, bespricht Linderer diese Defekte gleichzeitig mit den keilförmigen unter der Bezeichnung: »Das Schwinden der äußeren Zahnfläche.« Er fand keine Zersetzung des Schmelzes oder des Zahnbeines. In der Ausgabe von 1837 spricht er noch nicht von Resorption, sondern erklärt, daß eine Ursache sich nicht angeben lasse, aber im Zahne selbst zu liegen scheine, indem vielleicht der Zusammenhang nicht fest genug sei; möglich sei auch, daß durch irgendeine Ursache der Schmelz und das Zahnbein an der kranken Stelle zu trocken werden, so daß sich unmerkliche Stückchen losbröckeln. Das »Essen« sei es vorzüglich, wodurch die Stellen glatt erhalten werden.

Taft[2] versteht unter »Entblößung der Zähne« ein Schwinden des Schmelzes an den vorderen Zähnen von der Schneide aus in der Richtung gegen den Zahnhals, das zumeist an den unteren Zähnen vorkomme. Mitunter beginne, namentlich an den oberen Frontalzähnen, das Leiden nicht an den Schneiden, sondern an der vorderen Fläche selbst. Nach Verlust des Schmelzes scheine das Leiden stationär zu bleiben. Die Ursachen seien unbekannt. Man beschuldige zwar eine Säure des Mundschleimes, doch der Schmelz zeige nie das rauhe, abgeschabte Aussehen, welches stets eine Folge der Einwirkung einer Säure sei.

[1] M. Baštýř, Časopis českých lékařů. 1883, XXII, pag. 318.

[2] Taft, l. c. pag. 13.

Ob Taft unter »der chemischen Abnutzung der Zähne«, die er besonders behandelt, das von uns eben näher besprochene Kürzerwerden der Zähne versteht, ist aus der Beschreibung nicht klar ersichtlich, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß es sich um Defekte handelt, die besser bei den Defekten an der Kaufläche besprochen werden können. Wir erwähnen sie trotzdem hier und werden uns später darauf beziehen, da das Wesen beider Defekte wohl identisch ist. Er versteht unter chemischer Abnutzung eine allmähliche Zerstörung der ganzen Masse der Zahnkrone, welche die oberen öfter als die unteren Zähne, zuweilen aber beide befällt. Sie beginnt an den Schneiden der mittleren Schneidezähne, von da aus nach beiden Seiten fortschreitend ergreift sie die lateralen Schneidezähne, die Kuspidaten und zuweilen die Bikuspidaten, so daß die freien Ränder der Zähne einen größeren oder geringeren Bogen bilden. Sind die oberen Zähne allein ergriffen, so ist bei geschlossenem Munde die Öffnung zwischen den freien Enden der unteren und oberen Vorderzähne eine Halbellipse; sind die unteren Zähne gleichzeitig mitergriffen, so bildet der Raum eine Ellipse.

Taft erwähnt eines Falles, wo die Defekte an den oberen und unteren Zähnen gleichzeitig auftraten. Die Zähne, die früher fest aufeinander gefallen waren, standen nach $2^1/_2$ Jahren bei den Zentralschneidezähnen $^3/_4$ Zoll auseinander.

Die becherförmigen Vertiefungen der Mahl- und Eckzähne sind nach allen Anzeichen strenggenommen ein analoger Prozeß; übrigens sei es zweifellos, daß die Ursache der Entblößung, der chemischen Abnutzung und der becherförmigen Vertiefungen weniger in lokalen Verhältnissen als in der Konstitution zu suchen sei.

Baume[1] behandelt diese Defekte als »Abnutzung aus nicht genügend bekannten Ursachen« und rechnet sie nicht zu den Defekten, die angeblich durch Exfoliation des Zahnbeins entstehen. Von den drei sehr instruktiven Abbildungen haben wir zwei oben reproduziert. Baume weist auf die außerordentliche Seltenheit derartiger Abnutzungen hin. Bisher sei bloß ein einziger Fall von Bell genau beschrieben und in die Lehrbücher von Harris und Salter aufgenommen worden. Es seien zwar vereinzelte Fälle beobachtet worden, aber nicht in der Ausdehnung wie in dem von Bell beschriebenen Falle, der dem von Baume ganz ähnlich sei und als zweiter in der Literatur beschriebener Fall gelten könne. (Auch der von uns beschriebene Fall ist dem Baumeschen ganz ähnlich; vielleicht gilt dasselbe von dem Falle, den Taft beschrieb.)

Als Ursache gab Bell, da mechanische Insulte nicht angenommen werden können, den sauren Mundschleim an; Harris zitiert Bells An-

[1] Baume, Odontologische Forschungen, II, S. 84, und Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. Auflage, S. 205.

sicht, ohne sie zu bestätigen, während Salter meint, daß es sich um syphilitische Zähne handle. Diese Ansicht ist jedoch hinfällig, denn im vorliegenden Falle sind es ganz gewiß keine syphilitischen Zähne. Es bleibt daher nur übrig, eine gewisse Prädisposition vorauszusetzen; der Prozeß sei evident mechanisch und sei der Lippe die Schuld des Ausschleifens zuzuschreiben. Die Kohäsion des Schmelzes sei in diesem Falle nicht stark genug; daß er weicher und weniger dicht wäre, dagegen spricht sein schöner Glanz. Die Schmelzschichten untereinander und auf dem Zahnbein kohärieren nicht in dem Maße, daß sie geeignet wären, der Lippe Widerstand zu leisten. Ist das Zahnbein in größerer Ausdehnung freigelegt, so komme die Lippe zur Einwirkung; auch beim Zahnbein müsse man eine gewisse Weichheit annehmen, es schleife sich verhältnismäßig so schnell ab, daß der Anbau des Ersatzdentins nicht immer gleichen Schritt halten könne. Die verminderte Kohäsion des Schmelzes scheint die prädisponierende, das Ausschleifen durch die Lippen die exzitierende Ursache zu sein.

Walkhoff[1] glaubt nicht, daß die Lippe oder Wange die Ursache der Ausschleifungen sei, da die Defekte sich bis an die linguale Seite der Zähne erstrecken. Auch hier sei wahrscheinlich dem Anpressen der Speisen zunächst durch die Mastikation und dann durch die Lippen- und Wangenmuskulatur die Schuld beizumessen.

Eine verminderte Kohäsion anzunehmen sei nicht unumgänglich nötig. Er beobachtete fünf derartige Fälle.

Auch Parreidt[2] beobachtete diese eigentümliche Abnutzung und entschloß sich, die zumeist verkürzten drei Schneidezähne über beständiges Drängen des Patienten durch Stiftzähne zu ersetzen, was insofern schwierig war, weil die Pulpa völlig dentifiziert war und der Kanal zur Aufnahme des Stiftes demnach erst durch sekundäres Zahnbein hindurch gebohrt werden mußte.

Respinger[3] unterscheidet eine normale von einer pathologischen Usur. Die normale Usur ist ausschließlich den mechanischen Einwirkungen zuzuschreiben, die sich aus den normalen Funktionen des Gebisses ergeben. Bei der pathologischen Usur wirken pathologische Störungen und das Kauen zusammen. Respinger stimmt teilweise mit Baume darin überein, daß Exfoliation (siehe keilförmige Defekte, S. 775) insofern stattfinde, daß in manchen Fällen Schmelz und Zahnbein nicht fest genug aneinanderhaften und sich daher unter gewissen, selbst geringen chemischen und mecha-

---

[1] Walkhoff, l. c. S. 171.

[2] Parreidt, Kompendium der Zahnheilkunde. S. 47.

[3] Respinger, Contribution à l'étude de l'usure dentaire. Leipzig 1895. Ref. Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1896, S. 202.

nischen Einflüssen ablösen; er schlägt die Bezeichnung »Désagrégation progressive dentaire« vor.

Brubaker[1] sagt: An den Innenflächen der Lippen, den Zähnen gegenüber, befinden sich Drüsen, aus welchen sich eine wässerige Flüssigkeit entleert, die sauer ist; die Lippen halten das schädliche Agens in ständigem Kontakt mit den Zähnen, und die Zahnbürste schleift den einmal entkalkten Zahn immer weiter aus. Die saure Flüssigkeit ist eine Lösung von saurem phosphorsaurem Na. Brubaker legte den Schmelz eines Zahnes in eine schwache Lösung von phosphorsaurem Natron; nach einer Woche waren an dem Schmelz zwei kleine erodierte Stellen sichtbar, auch zeigten sich Erosionen an den Schneidekanten.

C. Edmünd Kells[2] hält die Erosion für durch das Sekret gewisser Schleimhautdrüsen entstandene Defekte. Kirk hält diese Säureausscheidung der einzelnen Drüsen für Harnsäure, da er die Beobachtung gemacht habe, daß alle Gichtkranken mit erodierten Zähnen behaftet seien. Heitzmann[3] faßt die Erosion als eine Abart der Karies auf; bei der Karies komme noch ein entzündlicher Vorgang in dem Zahngewebe dazu, während be der Erosion eine einfache Auflösung der Zahnsubstanz anzunehmen sei.

Michaels[4] ist der Ansicht, daß die Abrasion diathetischen Ursprunges ist; sie entstehe durch den konstanten Kontakt der Zähne mit dem auf Grund der Diathese veränderten Sekret der Lippendrüsen. Bei den Hyperaziden (Gichtikern, Rheumatikern) findet man im Speichel eine Vermehrung der Rhodansalze; diese hätten nun folgende Wirkung: sie lösen das Osseïn (Dentoidin) auf, legen dadurch die mineralischen Bestandteile bloß und bilden mit ihnen löslichen Rhodankalk, Kalium- und Ammoniumphosphat. Michaels suchte dies durch ein Experiment zu beweisen: er ließ aus einer U-förmigen Kapillarröhre eine 1%ige Lösung von CNSK sehr langsam auf einen Zahn fließen; nach einigen Tagen waren an der betreffenden Stelle charakteristische Erosionen entstanden.

Schließlich möchte ich hier noch auf ein Experiment Znamenskys[5] hinweisen, und zwar darauf, daß bei der Erhitzung des Zahnes mittels Spitzflamme das Dentin anschwoll und dadurch das unnachgiebige Email absprang.

Wir haben dem Angeführten nicht viel hinzuzufügen. Während bei den keilförmigen Defekten das Zahnbein gleich freiliegt, springt bei diesem

[1] Brubaker, The causation of dental erosion. Intern. Dental Journal. Ref. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1895, S. 144.

[2] C. Edmund Kells, Erosion. Dental Cosmos. 1891, Dezember. Ref. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1893, S. 201.

[3] Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1893, S. 202.

[4] Michaels, l. c. pag. 10 f.

[5] Znamensky, l. c. pag. 229.

sehr seltenen Defekt erst das Email aus bisher unbekannter Ursache ab, und erst dann wirken auf das freiliegende Zahnbein dieselben bisher noch unbekannten Einflüsse wie bei der Bildung der keilförmigen Defekte ein. Daß aber auch hier mechanische Momente mitwirken, ersieht man daraus, daß Zähne, welche im Kiefer etwas gedreht stehen, nicht in der Mitte, sondern an der durch die Drehung vorspringenden Kante die Erosionen zeigen.

Therapie. Jene Autoren, die dem Sekret der Lippendrüsen die Entstehung der Erosionen zuschreiben (Kells, Brubaker, Michaels), empfehlen Vernichtung dieser Drüsen durch Elektrolyse oder Ignipunktion.

Gegen die Empfindlichkeit des freiliegenden Dentins wird sich das Tuschieren mit $AgNO_3$ nicht gut anwenden lassen, da die Verfärbung der ganzen Labialfläche der Zähne doch mehr auffallen würde als die Verfärbung des Zahnhalses. Die Verwendung des von Michaels empfohlenen Antimonchlorids wird hier eher am Platze sein. In geeigneten Fällen ist der Defekt zu füllen; als Füllungsmaterial ist Porzellan zu empfehlen, mit dem man kosmetisch schöne Erfolge erzielen kann.

C. Defekte an den Kauflächen der Zähne.

An der Kaufläche der Zähne kommen ebenfalls eigentümliche Defekte mit glatter und polierter Oberfläche vor, die sich erst dann bilden, wenn der Schmelz entweder durch chemisch-parasitäre Agenzien (Karies) oder durch mechanische Abnutzung beim Kaugeschäfte verlorengegangen ist. Im allgemeinen sind diese Defekte selten; verhältnismäßig am häufigsten findet man noch jene, denen unzweifelhaft Karies zugrunde liegt. Sie werden von Linderer als Brand der Zähne, von Leber und Rottenstein als stationäre Karies, von Wedl als exquisit chronische Karies, von Baume als Necrosis eboris, von Miller und anderen als ausgeheilte Zahnkaries erklärt. Ich habe für diese Defekte die Bezeichnung Necrosis eboris gewählt. Die anderen Defekte, die nach Schwund des Schmelzes infolge mechanischer Abnutzung beim Kauakt entstehen, sind eigentümliche grubige Vertiefungen, die in dem durch Abnutzung glatten und polierten Dentin sich bilden, die aber ebenfalls eine glatte, glänzende Oberfläche zeigen, obschon sie mit dem Antagonisten in keine Berührung kommen.

Necrosis eboris. An den Kauflächen der ersten Mahlzähne, seltener der Bikuspidaten und zweiten Mahlzähne, mitunter aber auch der Milchzähne, werden glatte, glänzende Defekte gefunden, die, wie bereits erwähnt, von verschiedenen Autoren unter verschiedenen Namen besprochen werden.

Die Zähne, an welchen diese Defekte beobachtet werden, zeigen zumeist Schmelzdefekte, die unter der (unzweckmäßigen) Bezeichnung Erosionen-Atrophien bekannt sind. Der defekte Schmelz ist auf die Kaufläche und

auf eine mehr weniger breite Zone, welche unmittelbar an die Kaufläche grenzt, beschränkt. Von hier aus ist dann der Schmelz bis zum Zahnhalse normal, ja häufig sogar sehr gut entwickelt. Es handelt sich also um eine defekte Schmelzkappe, bei welcher der senkrechte Teil der Kappe nur einen mehr weniger breiten Streifen bildet; der Schmelz zeigt mehr oder minder ausgedehnte Gruben und Vertiefungen, von denen manche mitunter bis auf das Zahnbein reichen; das Zahnbein ist somit an diesen Stellen des Schutzes, den die Schmelzdecke bietet, gänzlich beraubt, an anderen Stellen reicht die Vertiefung nicht bis zum Zahnbein und dieses ist daher noch von einer — wenn auch schwachen — Schmelzlage bedeckt. Zuweilen fehlt der Schmelz über einem größeren Teil der Kaufläche, so besonders an den Höckern.

An diesem defekten Email nun beginnt der Prozeß, aber nicht bloß an den Höckern, sondern an allen Stellen, welche Kariesherde bilden. Untersucht man solche Zähne, solange die defekte Schmelzkappe noch vorhanden ist, so wird man sich leicht überzeugen, daß man es mit Karies zu tun hat, und zwar meistens mit einer ziemlich akut verlaufenden Karies, bei welcher der defekte Schmelz ganz unpigmentiert bleibt, in größeren und kleineren Stücken abbröckelt, während das Zahnbein, kariös verändert, in den obersten Schichten mitunter sogar erweicht ist. In manchen Fällen geht die defekte Schmelzkappe ungemein rasch verloren, und es wird ein gelbes, mitunter bräunliches, kariöses, aber noch nicht erweichtes Dentin bloßgelegt; die Zahnbeinhöcker werden weggeschliffen, und zwar sehr rasch, weil die obersten Zahnbeinschichten zumeist weniger hart, mitunter sogar erweicht sind. Diese Abschleifung geschieht durch mechanische Einwirkung beim Kauen, teilweise durch die Antagonisten, soweit sie noch in Berührung kommen, teilweise durch die Bewegung und Reibung der Speisen. Allmählich entsteht eine gerade, mitunter etwas konvexe, in den meisten Fällen jedoch ein wenig konkave Fläche, die dann, wenn hartes Dentin erreicht wird, eine harte, allmählich glatte und glänzende Oberfläche zeigt. Der Prozeß tritt fast ausnahmslos nur in jugendlichem Alter auf.

M. Baštýř[1] hat behufs Studiums dieser Defekte solche Zähne, die wohl zu erhalten waren, vielfach extrahiert; unter diesen finden sich vier Zähne, an denen das braun gefärbte Zahnbein so weit freiliegt, als der defekte Schmelz reichte. Das Zahnbein zeigt noch keinen Defekt, die gut entwickelten Höcker sind noch nicht abgeschliffen; trotzdem ist der eine Rand schon glatt und poliert. Das Zahnbein ist sehr hart und macht trotz seiner Härte sofort den Eindruck eines kariösen, noch nicht erweichten Zahnbeins; dieser makroskopische Eindruck wird noch mehr durch den später folgenden

[1] M. Baštýř, Die erworbenen Defekte der harten Zahnsubstanzen. Scheffs Handbuch. 1. Auflage. II, 1, S. 144.

mikroskopischen Befund bestätigt. Untersuchungen müssen so bald als möglich vorgenommen werden. Läßt man solche Zähne im Munde, bis die Höcker und überhaupt von der Kaufläche so viel weggeschliffen ist, daß eine ebene Fläche gebildet wird, dann ist das übriggebliebene Zahnbein nur in noch geringer Tiefe und zumeist wenig verändert; hieraus lassen sich dann die negativen Befunde erklären. Werden die Untersuchungen dagegen recht frühzeitig vorgenommen, dann reichen die kariösen Veränderungen tief genug und lassen keinen Zweifel an ihrer Natur zu.

Das freigelegte harte, glatte und polierte Dentin ist manchmal wenig verfärbt oder höchstens gelb, mitunter aber hellbraun, dunkelbraun bis schwarz. In manchen Fällen sieht man neben hellen auch dunkle Stellen.

Leber und Rottenstein bemerken ganz richtig, daß hier das gewöhnliche Verhältnis der Raschheit des Verlaufes der Karies im Schmelz und Zahnbein umgekehrt ist. Der Schmelz wird nämlich sehr rasch bis an das Zahnbein zerstört, während im Zahnbein die Veränderungen, namentlich die Entkalkung und Erweichung, sich nur in geringer Tiefe ausgedehnt und einen geringen Grad erreicht haben.

Die Defekte machen sehr langsame Fortschritte; mitunter läßt sich ein solcher jahrelang gar nicht konstatieren. Zuweilen kommt es jedoch zur Bildung von Vertiefungen, die dann als Kariesherde Ausgangspunkte für frische Karies bilden. Diese Karies verläuft mitunter rasch, mitunter aber auch wieder langsam. An einfachen Durchschnitten solcher Zähne ist die außerordentliche Verkleinerung der Pulpahöhle durch Ersatzdentinbildung auffällig.

Linderer[1] gibt von diesen Defekten eine sehr zutreffende Beschreibung. Er bezeichnet das Leiden als Brand der Zähne und behauptet, daß es sich von der Karies durch die Ursachen, durch die Erscheinungen und den Verlauf wesentlich unterscheidet; dabei dürfe man nicht an einen ähnlichen Prozeß wie bei der Nekrose der Knochen denken; er wähle den Namen deshalb, weil das äußere Ansehen einem durch Feuer entstandenen Brande sehr gleiche. Das Leiden beginnt an solchen Stellen, an welchen die Karies nicht entsteht, namentlich an den Spitzen der Höcker der Mahlzähne, besonders am ersten Mahlzahn des Unterkiefers, und nimmt allmählich die ganze Fläche des Höckers ein; es beginnt aber auch an der äußeren Fläche der Vorderzähne, vom Zahnhalse entfernt, wo sich saure Sekrete nicht aufhalten. Eine Verwechslung mit angebornen braunen Flecken sei sehr leicht, und man erkenne das Leiden erst dann, wenn schon eine große Fläche des Dentins entblößt ist. Das Dentin ist schwarz, dunkelbraun oder hellbraun, mitunter sind schwarze und braune Flecken gleichzeitig zu finden. Die ver-

---

[1] Linderer, Handbuch der Zahnheilkunde. Bd. II, S. 106.

färbten Stellen sind nicht erweicht wie bei Karies, sondern völlig hart und glänzend, wie poliert, und es hat die Zahnfläche ungefähr das Aussehen der bekannten Stöcke »Ziegenhainer«, an denen hellbraune und schwarze Flecken eingebrannt sind, welche durch Polieren einen schönen Glanz erhalten. Die Zerstörung schreitet gleichmäßig vorwärts, so daß nie ein Loch entsteht wie bei Karies, welche jedoch hinzutreten kann. Die Ursache müsse im Zahne liegen, lasse sich aber nicht näher bezeichnen. In der älteren Ausgabe von 1837 (S. 432) behandelt Linderer den Brand als trockene Karies. Bei glatten Defekten finde eine Abnahme der Zahnsubstanz nur durch das Abreiben statt, indem die Zahnsubstanz weicher sei.

John Tomes[1] sagt: »In gewissen Fällen ist die ganze Kaufläche eines Mahlzahnes verlorengegangen, bevor die Karies gegen die Pulpahöhle so weit vorgeschritten ist, daß deren vaskulärer Inhalt bloßgelegt wird. In den Zähnen, welche als Mäusezähne beschrieben werden, hört die Karies nach der Zerstörung des Schmelzes und einer Verdünnung des Zahnbeins auf. Das exponierte Gewebe erhält eine polierte Fläche, eine tiefbraune Farbe und gewinnt an Härte. Die Wände einer breiten, aber kariösen flachen Höhle brechen weg, die erweichten Gewebe werden einer Friktion ausgesetzt und abgerieben, bis schließlich hartes Dentin erreicht wird.«

Leber und Rottenstein[2] betrachten das Leiden als stationäre Karies. Der Schmelz werde rasch zerstört. Auch am Zahnbeine beginne der Zerstörungsprozeß an der ganzen Oberfläche infolge des defekten Schmelzes gleichzeitig, greife jedoch nicht tief. Die oberflächlichen Schichten werden abgestoßen, und an der soeben entstandenen Oberfläche verursache die Reibung das Aufhören des Prozesses; die glatt gewordene Oberfläche biete auch keine Gelegenheit zur Ansammlung von Schleim und Speisen. Der Zustand wird stationär. Das erweichte Zahnbein werde nicht hinterher wieder härter, höchstens nur um das, was durch den mechanischen Effekt der Reibung und des Druckes bewirkt werden kann. Zur Erklärung genüge, daß das Zahnbein seine normale Härte noch nicht oder nur zu einem sehr kleinen Teil eingebüßt habe. Bei dem lang andauernden Reiz sind die Dentinneubildungen an der Zahnfläche der Pulpahöhle ganz besonders häufig; sie können unter Umständen wesentlich zur Erhaltung des Zahnes beitragen.

Wedl[3] hält das Leiden für exquisit chronische Karies, wo eine knorpelige Erweichung des Zahnbeins nicht mehr nachweisbar sei. Außer der Verfärbung sehe man am Zahnbeine nichts Abnormales. Es blättern sich im Verlauf der chronischen Karies die Zahnbeinschichten ab, die Oberfläche der angegriffenen Stellen sei rauh, wie aufgeschürft. Mit diesem »Ab-

---

[1] John Tomes, Ein System der Zahnheilkunde. S. 290 und 310.

[2] Leber und Rottenstein, l. c. S. 36.

[3] Wedl, l. c. 2. Auflage. Bd. II, S. 22.

blättern« hatte Wedl wohl kaum eine Exfoliation gemeint, wie sie Baume beschreibt, der, wie bei den keilförmigen Defekten bereits näher angegeben wurde, die Necrosis eboris zu der Exfoliatio eboris rechnet.

Árkövy[1] hat mit Dr. Mátrai gefunden, daß das Verhalten der Intertubularsubstanz bei der Necrosis eboris auffallend ähnlich ist dem bei der chronischen Karies, nur ist die Intertubularsubstanz bei der Nekrosis normaler als bei der chronischen Karies. Die Tubuli sind weder gequollen, verdickt, noch ausgedehnt und zeigen an ihren Wandungen keinerlei Abweichungen vom Normalen. Die einzige Spur der Erkrankung zeige der Inhalt der Dentinkanälchen; sie sind mit Mikrokokken angefüllt. An den Stellen, wo die Invasion aufhört, sieht man unmittelbar die Fortsetzung der wohlerhaltenen Dentinfibrillen.

Walkhoff[2] findet das transparente Dentin bei der Nekrosis besonders prägnant ausgesprochen: die Transparenz zeigt sich oft im ganzen Kauflächenteil des Zahnes und ist mit stark entwickeltem Ersatzdentin verbunden. Das pigmentierte Dentin enthält das Pigment in der organischen Grundsubstanz, insbesondere in den etwaigen Interglobularräumen und in den Zahnscheiden. Diese sind daher getrübt, im allgemeinen aber nicht erweitert; nur an der Oberfläche sind die Kanälchen wohl etwas weiter und reichlich mit Mikrokokken gefüllt. Wir haben also das zweite Stadium der Karies mit dem Unterschiede, daß die Farbe des Gewebes nicht weißgelblich, sondern oft tief braunschwarz erscheint.

Miller[3] betrachtet die Defekte als »Ausheilung der Karies«. Das ausgeheilte Zahnbein behält die Farbe des kariösen, ist beinahe so hart wie das normale und zeigt nach den Bestimmungen des Zahnarztes Cohn in Berlin einen viel höheren Kalkgehalt, als man bei kariösem Zahnbein findet. Mikroskopische Untersuchungen ergeben nichts Charakteristisches. Die Pilzeinwanderung ist eine mäßige, eine Verschmelzung der Grundsubstanz hat nicht stattgefunden und die Erweiterung der Kanälchen, die eine mäßige ist, beschränkt sich auf die äußeren Schichten. Nach einigen ist die Ursache der Ausheilung nichts weiter als eine Austrocknung des Zahnbeins, wodurch jedoch die glänzende Oberfläche nicht erklärt wird; nach anderen handelt es sich um eine Wiederablagerung von Kalksalzen in das erweichte Zahnbein, in welches die Spaltpilze noch nicht eingedrungen sind. Dies wird jedoch von vielen in Abrede gestellt. Wer einen solchen vitalen Vorgang annimmt, muß entweder eine erneuerte Kalzifikation der schon gebildeten und dann durch die Karies entkalkten Grundsubstanz für möglich

[1] Árkövy, Diagnostik der Zahnkrankheiten, S. 13, und Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. Aprilheft 1885.

[2] Walkhoff, l. c. S. 187.

[3] Miller, Die Mikroorganismen der Mundhöhle. 2. Auflage. S. 193.

halten oder zugeben, daß neues Zahnbein auf Kosten der Zahnfibrillen, wie bei der Transparenz des Zahnbeins, gebildet wird.

Eduard Nessel[1] schließt aus der Verengerung der Pulpahöhle durch Anlagerung sekundärer Zahnbeinschichten, aus den Dentinneubildungen und den Verkalkungsherden in der Pulpa, aus der Atrophie der Pulpa und schließlich aus der Verengerung der Wurzelöffnungen, welche oft Folge einer Zementhypertrophie ist, daß die ursprünglich akute Karies durch energische Tätigkeit der Pulpa zu einer chronischen wird. Die Ursache für diese energische Tätigkeit der Pulpa müsse man in einer gebesserten Ernährung, hauptsächlich in Hinsicht der im Umlauf befindlichen Salze suchen.

Busch[2] betrachtet den Prozeß ebenso wie Miller als eine spontane Ausheilung der Karies. Ist die Pulpa lebend, so kann es vorkommen, daß von seiten der Pulpa neue Kalksalze in das erweichte Zahnbein abgelagert werden und daß dieses dadurch nachhärtet. Als Ursache müsse eine Verbesserung des allgemeinen Ernährungszustandes angenommen werden. Auf den Hinweis Baumes, der eine Wiederverkalkung erweichten Zahnbeins theoretisch zugibt, daß es sich bei der Nekrose um zweierlei Stellen handelt, und zwar um die oberen, struktural fehlerhaft gebildeten, und um die unteren, oft sehr gut entwickelten Teile, bestreitet Busch entschieden, daß dieses Moment zur Erklärung der spontanen Ausheilung der Karies herangezogen werden könnte.

M. Baštýř[3] hat bewiesen, daß wir es bei der sogenannten Nekrose mit einem Prozeß zu tun haben, der, wie bereits oben erwähnt wurde, als Karies beginnt; daß dabei das kariös veränderte, überdies struktural mangelhafte Email verlorengeht, indem es zumeist in größeren Stücken, soweit es mangelhaft gebildet ist, vom Zahnbeine sich ablöst. Es wird auf diese Weise ein Zahnbein bloßgelegt, das immer mehr oder weniger kariös verändert ist. Diese kariöse Veränderung dringt sehr häufig bis zu einer bedeutenden Tiefe und besteht der Hauptsache nach in einer Kalkentziehung, die an den peripheren Schichten oft hochgradig genug ist und bis zur kariösen Erweichung führt; mitunter findet aber selbst an den oberflächlichsten Schichten keine eigentliche Erweichung statt, es sind diese Schichten nur etwas weniger hart. Ob nun die oberflächlichsten Zahnbeinschichten wirklich erweicht oder minder hart sind, soviel ist sicher, daß diese am meisten kariös veränderten Schichten auf mechanische Weise abgestoßen werden, bis Schichten bloßgelegt werden, welche hart genug sind, den

[1] E. Nessel, Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. Juli 1886.

[2] Busch, Verhandlungen der Deutschen odontologischen Gesellschaft. Bd. I, Heft 1.

[3] M. Baštýř, l. c. pag 148 f.

mechanischen Einflüssen zu widerstehen. Diese Schichten zeigen dann eine harte, glattpolierte Oberfläche.

Durch die Entfernung des defekten kariösen Schmelzes und der etwa erweichten oberen Zahnbeinschichten kommen die früher bestandenen Kariesherde (Retentionsherde) in Wegfall, den Kohlehydraten ist keine Gelegenheit geboten, sich da anzusammeln und durch Gärung weitere Kalkentziehung zu ermöglichen. Die Karies schreitet nicht weiter fort, sie bleibt stationär.

Auch die mikroskopische Untersuchung bestätigt, daß wir es mit Karies zu tun haben.

Untersucht man feine Schnitte von Zähnen, wo vom Zahnbein keine Schichten verlorengegangen sind und wo die glatte, glänzende Oberfläche noch fehlt, wo aber glatte und glänzende Ränder uns die volle Sicherheit bieten, daß wir es hier mit der sogenannten Necrosis eboris zu tun haben, so findet man eine sehr tief reichende braune Verfärbung des Zahnbeins; an die Zone des pigmentierten Dentins schließt sich eine mehr oder weniger breite Zone zwar nicht mehr pigmentierten, aber getrübten Zahnbeins mit den bekannten rosenkranzartig angeordneten Reihen von glänzenden Körnern an. Auf diese getrübte Zone folgt eine sehr breite Zone transparenten Dentins.

Auffallend ist, daß auch hier, wo es zu einem Defekt im Zahnbein noch nicht gekommen ist, das sogenannte Dach der Pulpahöhle eine sehr mächtige Schicht Ersatzdentin zeigt.

Die Zahnbeinröhrchen sind, soweit das pigmentierte Dentin reicht, ziemlich stark erweitert und enthalten da auch große Massen von Mikroorganismen. Die Grundsubstanz ist entsprechend der Erweiterung der Zahnbeinkanälchen geschwunden, wird aber, so wie die Röhrchen selbst, je tiefer wir vordringen, immer mehr und mehr normal.

Da es sich um Karies einer ganzen Fläche handelt, ist die Aufeinanderfolge der verschiedenen Veränderungen in mehr weniger breiten Zonen leicht erklärlich.

Wird die Untersuchung erst da vorgenommen, wo bereits eine ebene, glatte und polierte Fläche vorhanden ist, dann darf man sich nicht wundern, wenn die Resultate geringe sind, wenn man die Zahnbeinkanälchen und die Grundsubstanz normal findet, und wenn die Invasion von Mikroorganismen mit einer kaum merklichen Erweiterung der Tubuli unmittelbar am peripheren Ende derselben neben der Verfärbung das einzige Anomale ist. Das transparente Dentin findet man freilich immer, ebenso das Ersatzdentin. Die Ursache, daß die Befunde keine positiveren sind, liegt darin, daß die Schichten, an welchen die kariösen Veränderungen am auffälligsten wären, bereits weggeschliffen sind.

Die an zahlreichen Präparaten vorgenommene gemeinsame Untersuchung M. Baštýřs und E. Nessels liefert den unumstößlichen Beweis,

daß wir es mit einer Karies zu tun haben, die aber keine Fortschritte macht, die einfach stationär ist.

Allenthalben fanden sich im Zahnbein zahlreiche Globularmassen und Interglobularräume, nur in seltenen Fällen findet man sie nicht.

Howshipsche Lakunen, ebenso die Spaltbildungen, denen Baume eine so große Bedeutung beilegt, wurden nicht gefunden; sie sind gewiß nur zufällige Befunde.

Die häufig auftretenden verschiedenen Färbungen lassen sich sehr leicht erklären. Die dunkleren Stellen zeigen, daß hier die Karies früher auftrat und länger dauerte als an den weniger pigmentierten Stellen; dies ist bei einem Schmelz, der verschiedene Defekte zeigt, leicht möglich. Manche Vertiefung reicht bis zum Zahnbein, welches an dieser Stelle der Schmelzdecke entbehrt; solche Stellen des Zahnbeins werden früher kariös als die Stellen, wo der Schmelz, wenn auch in dünner Lage, dennoch eine Schutzdecke bildet.

Es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß der Verlauf der Karies hier ein ganz umgekehrter ist: im Schmelz ein ungemein rascher, im Zahnbein gleich von Anfang an ein sehr langsamer.

Wie sich dieser Verlauf erklären läßt, ist bisher nicht sichergestellt. Es ist wohl richtig, daß derartige Zähne häufig an der Kaufläche und in den ihr zunächst gelegenen Teilen sehr defekte Gewebe aufweisen, die den akuten Verlauf der Karies hier leicht erklären, daß aber im übrigen (tieferen) Teil des Zahnes die Gewebe von tadelloser Beschaffenheit sind. Nessel und Busch halten die allgemein gebesserten Ernährungsverhältnisse für die alleinige Ursache des Stillstandes. Für diese Ansicht spricht die große Masse sekundären Dentins.

An eine Wiederverkalkung des kariös erweichten Zahnbeins zu denken ist sehr naheliegend, da eine solche Möglichkeit wohl schwer in Abrede gestellt werden kann. Die entschiedene Behauptung Buschs, daß es in diesen Fällen unter dem ernährenden Einfluß der lebenden Pulpa zu einer Nachhärtung bereits erweichter Schichten des Zahnbeins gekommen sei, bleibt aber immer nur eine Behauptung, für die der Beweis bisher nicht erbracht ist.

Auch die von Miller angeführten zwei Fälle beweisen nichts, trotz der Angabe, daß ein Irrtum ausgeschlossen sei. Auf welche Weise der Nachweis geführt werden kann, daß die Erweichung des Zahnbeins bis dicht an die Pulpa vorgedrungen war, ohne gleichzeitige Entfernung der erweichten Zahnbeinschichten, ist nicht recht klar. Ein solcher Nachweis ist unmöglich. Wenn nach drei Monaten die Zähne, welche früher ein in hohem Grad erweichtes Zahnbein besaßen, jetzt an den kariösen Stellen ein hartes Dentin, das an der Oberfläche glatt und glänzend ist, zeigen, so

kann hieraus nicht gefolgert werden, daß das früher erweichte Dentin durch Wiederablagerung von Kalksalzen wieder hart geworden ist. Es fehlt der Beweis, daß wir es mit denselben Zahnbeinschichten zu tun haben. Es können die oberflächlichen Zahnbeinschichten, welche vor drei Monaten gesehen und als erweicht befunden wurden, während dieser Zeit mechanisch abgestoßen worden und Schichten zum Vorschein gekommen sein, welche bisher wenig oder gar nicht entkalkt waren und durch die Mastikation geglättet und poliert wurden.

Auf diese Weise kann eine so wichtige Tatsache nicht einfach als erwiesen angesehen werden. Die Angelegenheit verdient die größte Aufmerksamkeit. Wird sie sich bestätigen, so wäre dies ein Beweis, daß auch bei der Karies viel mehr vitale Vorgänge im Spiele sind, als bisher angenommen wird.

Ein pigmentiertes, wenig entkalktes Zahnbein zeigt in den Zahnbeinröhrchen eine Unmasse von Spaltpilzen; dies ist in noch höherem Maße beim stark entkalkten Zahnbein der Fall. Ist hier die Zahnbeinfaser, der doch zunächst bei der Wiederverkalkung der Löwenanteil zufiele, noch erhalten? Ich glaube, daß dies keineswegs der Fall ist.

Cohns chemische Untersuchungen beweisen absolut nichts; sie zeigen höchstens, daß, während bei gewöhnlicher Karies das erweichte Zahnbein 35—40% Kalksalze enthält, hier der Kalkgehalt ein viel höherer ist, nämlich bis 65%. Es hat also hier das Zahnbein überhaupt nur wenige Prozente Kalksalze verloren; es war bisher kein erweichtes Zahnbein. Zur Erklärung der auffallenden Härte des Zahnbeins genügt es, wie Leber und Rottenstein ganz richtig angeben, vollkommen anzunehmen, dasselbe habe seine normale Härte noch nicht oder nur zu einem sehr kleinen Teil eingebüßt.

Auch bei der Nekrosis ist, wie wir eben sahen, noch nicht alles vollständig aufgeklärt. Wenn ich die Bezeichnung Necrosis eboris beibehielt, so geschah es, weil der Name jetzt vielfach schon angewendet wird, und weil es mir gerechtfertigt erscheint, daß eine Karies, die durch einen so eigentümlichen Verlauf ausgezeichnet ist, auch einen besonderen Namen erhalte. Ob dieser Name nun gerade der allein passende sei, will ich nicht näher untersuchen.

Anschließend an diese Defekte, zu deren Bildung Karies des Schmelzes den Anstoß gibt, will ich noch jene Defekte erwähnen, die an stark abgenutzten Mahl- und Eckzähnen, mitunter auch an Backenzähnen vorkommen, und die Taft recht treffend als becherförmige Defekte bezeichnet. An stark abgenutzten Mahlzähnen mit glattpolierten Abreibungsflächen finden wir an den Abreibungsflächen halbkugelförmige Vertiefungen, die ebenfalls eine glatte und polierte Oberfläche zeigen, obschon sie mit dem Antagonisten gar nicht in Berührung kommen.

Dasselbe findet man mitunter auch am Eckzahn. Die Ausschleifung kann hier wohl nur durch die Reibung der Nahrungsmittel veranlaßt werden.

Solche Defekte kommen im allgemeinen seltener vor; doch muß man sich hüten, jede Vertiefung an einer stark abgekauten Zahnfläche für eine sogenannte becherförmige zu erklären, wo eine Berührung mit dem Antagonisten ausgeschlossen ist. Es kommen solche Vertiefungen vor, die ganz einfache Abschleifungen durch den Antagonisten sind; dieser greift, obschon er keine entsprechende Erhabenheit zu haben scheint, ganz exakt in die Vertiefung ein. Hiervon überzeugt man sich leicht, indem man in dieselbe ein Stück Modellierwachs gibt und zubeißen läßt.

Bei den Defekten an den frontalen Flächen der Zähne erwähnte ich bereits, daß es zweifelhaft ist, ob das, was Taft als chemische Abnutzung bezeichnet, nicht vielleicht eher zu den Defekten an den Kauflächen zu zählen sei. Es gibt nämlich höchst seltene Fälle, wo die Schneide- und Eckzähne (mitunter auch die Backenzähne) an den Schneiden glattpolierte Defekte zeigen, ohne daß die Antagonisten sich mehr berühren könnten. Es ist wahrscheinlich, daß der Taftsche Fall, den ich oben zitierte, hierher gehört; denn aus der Beschreibung geht nicht hervor, ob auch an der Labialfläche Defekte waren. Die eigentümliche Abnutzung, bei welcher die Schneidezähne die Meißelform erhalten, behandle ich deshalb nicht hier, weil die Defekte an der labialen Fläche beginnen und schräg gegen die Schneiden zulaufen und auf diese Weise den Zahn kürzer machen.

Auch Leber und Rottenstein[1] erwähnen, daß in seltenen Fällen eine eigentümliche Abnutzung der Schneideflächen der Schneide- und Eckzähne zur Beobachtung kommt, die sowohl den Schmelz als auch das Zahnbein ergreift und an den mittleren Schneidezähnen am stärksten ausgesprochen ist, so daß bei geschlossenem Mund die Zahnreihen einen mit der Konkavität einander zugekehrten Bogen bilden, zwischen dem ein länglicher Zwischenraum bleibt. Die Form der Usur scheine eine Erklärung auf mechanischem Weg auszuschließen. Hierher gehört auch der Fall von Miller[2], wo die Vorderzähne beim Schließen des Mundes 4 *mm* voneinander abstanden. Der Fall hat dadurch ein Interesse, daß das aufgebaute Gold hier, obschon die Zähne sich doch nicht berühren, bedeutend abgenutzt wurde. Auch der im selben Hefte beschriebene Fall Buschs, wo die Zähne des Oberkiefers sich abnorm stark abnutzten und wo durch die starke Abrasion der Schneidezähne der Biß zu einem offenen wurde, ist hierher zu rechnen.

[1] Leber und Rottenstein, l. c. S. 55.

[2] Miller, Verhandlungen der Deutschen odontologischen Gesellschaft. Bd. I, Heft 1, S. 19.

Diese Defekte sind mechanische Ausschleifungen, die wohl auf dieselbe Weise entstehen wie die Defekte an den Labialflächen. Bei letzteren ging der Schmelz dadurch verloren, daß er in Stücken absprang; hier dagegen wird der Schmelz durch das Kaugeschäft abgenutzt. Überhaupt sind die zuletzt erwähnten Defekte an der Kaufläche anfangs einfache Abrasionsdefekte, hervorgerufen durch die entsprechenden Antagonisten, und erst dann, wenn die Zähne mit ihren Antagonisten nicht mehr in Kontakt kommen, beginnen jene Defekte »Defekte aus nicht völlig bekannten Ursachen« zu werden, und die Abrasion besorgen dann hier wahrscheinlich die Speisen. In der Unmöglichkeit, sich mit voller Bestimmtheit über das auszusprechen, was die mechanische Reibung verursacht, liegt auch zum größten Teil das bisher noch Unklare aller dieser hier besprochenen Defekte.

Therapie. Trotz des langsamen Verlaufes würde sich doch in geeigneten Fällen ein Ausfüllen der Defekte empfehlen; bei der Necrosis eboris kann der Zahn mit einer Goldkappe versehen werden.

2. Defekte aus mechanischen Ursachen.

Neben der ästhetischen Bedeutung und neben der Wichtigkeit — namentlich der vorderen Zähne — für die Sprache ist wohl die Hauptaufgabe des Gebisses das Kauen, das ist die Zerkleinerung der in den Mund gebrachten Nahrungsmittel. Die Kaubewegung wird durch die Kaumuskeln besorgt, während die Zähne selbst passive Werkzeuge sind, etwa wie das Messer oder der Hammer in der Hand. Durch das Senken und Heben, durch das Vor- und Rückwärtsbewegen sowie durch die transversale Mahlbewegung des Unterkiefers werden die Zähne der beiden Kiefer gegeneinander bewegt, aneinander gedrückt oder übereinander her und hin bewegt und hierdurch das Zerkleinern der Nahrungsmittel, welches nichts anderes als ein Zerschneiden, Zerreißen, Zerquetschen, Zermahlen usw. ist, ermöglicht.

Durch diese Bewegungen werden aber die Zähne an den Flächen, mit denen sie sich gegenseitig treffen, allmählich abgerieben, abgenutzt. Alle Defekte, die durch Abnutzung der Zähne (Abrasio) entstehen, zeichnen sich durch die harte, glatte und glänzend polierte Oberfläche aus.

Da aber die Zähne niemals vollständig unbeweglich im Kiefer befestigt sind, sondern immer eine wenn auch häufig sehr geringe — Beweglichkeit zeigen, so kommen auch an den Berührungsflächen dichtstehender Zähne Abreibungsflächen vor.

Neben der Abnutzung gibt es noch eine große Reihe anderer mechanischer Einflüsse, denen die Zähne oft ausgesetzt sind. Durch Stoß, Fall oder

Schlag auf die Zähne, durch unvorsichtiges Aufbeißen auf harte Körper, durch die Benutzung der Zähne zu verschiedenen, mitunter sogar unnatürlichen Funktionen, durch ungeschickt ausgeführte Extraktionen usw. werden oft Kontinuitätsstörungen an den Zähnen hervorgerufen; diese Störung der Kontinuität betrifft entweder den Zahn in seiner organischen Verbindung mit dem Alveolus, welche zum Teil oder ganz gelöst werden kann, oder es wird die Kontinuität der harten Zahnsubstanzen des Zahnes zerstört. Im ersten Falle sprechen wir von einer Luxation, im zweiten von einer Fraktur (Bruch) des Zahnes.

Der Bruch des Zahnes hat nach der Ausdehnung des Bruches — von einfachen Sprüngen im Schmelz oder Abbrechen kleinerer oder größerer Fragmente, durch welche die Pulpahöhle nicht eröffnet wird, bis zur Fraktur, bei welcher die Bruchflächen bis an die Pulpahöhle reichen — für die Erhaltung des Zahnes eine mehr oder minder wichtige Bedeutung.

Sowohl bei der Luxation als auch bei den Frakturen, welche bis in die Pulpahöhle reichen, kommen die benachbarten Gewebe sowie die Weichgebilde des Zahnes selbst in Betracht; sie finden deshalb an einem anderen Orte ihre Würdigung.

Die Abnutzung der Zähne (Abrasio).

Die Abreibung der Zähne durch das Kauen führt im großen ganzen zu einer Verkürzung der Krone, zu einer Abflachung der durch die Zahnhöcker gebildeten Kauflächen der Backen- und Mahlzähne und zu einer Flächenbildung an den Schneiden und Spitzen der Schneide- und Eckzähne.

Solange der Schmelz vorhanden ist, geht die Abreibung langsam vor sich, schneller dagegen, wenn die Schmelzdecke an der Kaufläche oder Schneide gänzlich geschwunden ist.

Der Art des Übereinandergleitens der Zähne entsprechend bilden sich an den übereinandergleitenden Flächen die Abschleifungs- oder Abreibungsflächen, so daß bei Zähnen, die senkrecht aufeinander beißen, wie beim geraden Bisse, die Abreibungsflächen horizontal, bei Zähnen, die schräg übereinandergleiten, schräg verlaufen.

Aus der Stellung des normalen Gebisses, bei welchem die Zähne des Oberkiefers vor denen des Unterkiefers beißen, ergibt sich, daß im allgemeinen die Zähne des Oberkiefers mehr auf der lingualen Seite, die Zähne des Unterkiefers mehr auf der labialen Seite abgeschliffen sind, und da die Zähne immer etwas gegeneinander geneigt sind, so werden die Abreibungsflächen ebenfalls zunächst immer etwas abgeschrägt sein.

Die erste Abreibung bemerkt man daran, daß die drei Schmelzspitzen, mit denen bekanntlich jeder Schneidezahn durchbricht, verlorengehen.

Die Abreibungsflächen beim normalen Gebisse liegen bei den Schneidezähnen des Oberkiefers schräg gegen die linguale, an denen des Unterkiefers schräg gegen die labiale Fläche. Bei manchen Zähnen behalten die Abreibungsflächen diese Form beständig, und man findet mitunter Abschleifungsflächen an den Schneidezähnen, die sich bei den oberen Zähnen fast ausschließlich auf die linguale, bei den unteren auf die labiale Fläche beschränken. Es sind das Zähne mit sogenanntem hohem Biß, wo die oberen Zähne beim Schließen des Mundes die unteren vollständig verdecken. Solche Zähne scheinen, oberflächlich besehen, ganz schön zu sein und doch findet man bei genauer Untersuchung, daß die Kronen der oberen Schneidezähne nur noch Schalen bilden, die an den Schneiden aus einem sehr dünnen, wie ein Messer zugeschliffenen Schmelz und weiter gegen den Zahnhals noch aus einer mehr oder weniger starken Zahnbeinschicht bestehen. An der Lingualfläche fehlt der Schmelz. Bei den unteren Schneidezähnen ist dasselbe der Fall, nur daß hier die labiale Fläche abgeschliffen ist und daß an der lingualen Fläche der Schmelz mit einer mehr weniger starken Zahnbeinschicht erhalten ist. Wird der Mund geschlossen, so decken sich die Zähne schuppenartig. In den meisten Fällen geht, je weiter die Zähne abgeschliffen werden, die Neigung der Abreibungsfacetten verloren und man findet mehr horizontal liegende Abreibungsflächen. Beim sogenannten direkten Bisse ist dies, wie bereits oben erwähnt, gleich von Anfang an der Fall.

Ausnahmen findet man vielfach genug. Bei prognathisch vorstehenden Oberzähnen sah ich Abreibungsflächen an der Zungenseite, die in der Nähe des Zahnhalses begannen, hoch hinauf gegen die bloßgelegte Wurzel verliefen und mit einem scharf abgegrenzten Winkel abschlossen, so daß die Abreibungsflächen wie umgekehrte keilförmige Defekte aussahen. Der Verlauf der schrägen glänzenden Abreibungsfläche beginnt am Emailrand, und hoch an der Wurzel liegt die scharfbegrenzte, fast senkrecht auf der Zahnachse stehende Fläche, bis zu welcher die Abreibung stattfand.

Bei anderen Stellungsanomalien, so z. B. bei vorstehendem Unterkiefer, wo die Schneidezähne sich gar nicht berühren, wird man selbst in vorgerückterem Alter nicht nur keine Abreibungsflächen, sondern sogar die drei Spitzen an den Schneidezähnen finden. Dasselbe ist der Fall beim offenen Gebisse.

An den Eckzähnen treten zwei unter einem Winkel zusammenstoßende Abreibungsflächen auf, die bei den Zähnen des Oberkiefers mehr an der lingualen, bei denen des Unterkiefers mehr an der labialen Fläche liegen. Auch hier schwindet mit dem allmählichen Weiterschreiten der Abreibungsfläche die Spitze und statt der zwei Facetten erscheint allmählich eine einzige Abreibungsfläche, die in seltenen Fällen eine becherförmige Vertiefung zeigt.

Bei den Backenzähnen des Oberkiefers entstehen an den beiden Hügeln, und zwar an dem bukkalen Hügel an der lingualen und am lingualen Hügel an dessen bukkaler Fläche, gegeneinander geneigte Abreibungsflächen; bei den Backenzähnen des Unterkiefers erscheinen die Abreibungsflächen zunächst an der bukkalen Seite des bukkalen Hügels und erst später, wenn dieser Hügel abgerieben ist, auch an dem lingualen kleineren Höcker. Sind die Höcker ganz abgeschliffen, so erscheint auch hier eine einfache horizontale, jedenfalls wenig geneigte Abschleiffläche.

Ähnlich verhält es sich bei den Mahlzähnen, von denen die ersten nächst den Schneidezähnen am frühesten Abreibungsfacetten zeigen. Der Weisheitszahn wird wegen seines späten Erscheinens auch später abgeschliffen.

Es scheint mir zwecklos, bei der Beschreibung der Form und Lage der Abreibungsflächen mich länger aufzuhalten. Bei Stellungsanomalien wird natürlich die Abreibungsfläche dort entstehen, wo der Antagonist aufbeißt. Das bloßgelegte, glänzend polierte Zahnbein ist immer pigmentiert.

Die Pigmentierung wird um so intensiver, je länger das Zahnbein bloßliegt; bei jüngeren Individuen, also bei kurzer Dauer und bei zumeist noch nicht tief reichenden Abreibungsflächen, ist das bloßgelegte Dentin leicht pigmentiert; bei tiefgreifenden Defekten, die gewiß lange Zeit brauchten, bevor sie zustande kamen und die somit zumeist bei älteren Individuen vorkommen, ist die Pigmentierung braun und braunschwarz. Dieses pigmentierte Dentin ist von dem Email der Seitenflächen des Zahnes, welches nicht selten etwas hervorragt, eingefaßt, und die Abreibungsflächen erscheinen dadurch muldenförmig vertieft.

Wie schon bemerkt, geht die Abschleifung langsam vor sich, solange die Emaildecke vorhanden ist, dagegen bedeutend rascher, wenn das Email ganz geschwunden ist; doch zeigen sich mitunter recht augenfällige Abweichungen, indem Abschleifungen ungemein rasch entstehen und selbst bei jugendlichen Individuen einen Grad erreichen, den man nur in hohem Alter zu sehen gewohnt ist. So fand ich bei einem kaum 25 Jahre alten Manne die vorderen Zähne bis auf den Zahnhals abgeschliffen; freilich fehlten schon die Mahlzähne und Backenzähne.

Auf den rascheren oder langsameren Verlauf sind zwei Umstände von besonderem Einflusse, nämlich die Härte und Konsistenz der Zahngewebe, da von diesen ihre Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Insulte abhängt, und die Beschaffenheit der als Nahrungsmittel dienenden Materialien; denn es wird gewiß unter sonst gleichen Umständen ein kräftig gebauter und widerstandsfähiger Zahn in geringerem Grade, also weniger und in längerer Zeit, das ist später, abgerieben als ein Zahn, dessen Gewebe minder hart, demnach auch minder widerstandsfähig ist. Das sehen wir bei den immer

wenig widerstandsfähigen Kinderzähnen, die in einem Zeitraume, wo die festeren bleibenden Zähne keine Spur einer Abreibung erkennen lassen — höchstens daß die drei Spitzen der Schneidezähne verlorengehen —, sehr ausgebreitete Abreibungsflächen und eine offenkundige Verkürzung (der Vorderzähne) zeigen.

Ebenso hat die Beschaffenheit der Nahrungsmittel sowie die Art ihrer Bereitung auf die raschere oder langsamere Abnutzung der Zähne einen großen Einfluß.

Mummery[1] hat, wie ich den Angaben Wedls[2] entnehme, »auf Grundlage sehr ausgedehnter Untersuchungen festgestellt, daß in bezug auf die verschiedene Art und Weise des Abgeschliffenwerdens der Zähne ein merkwürdiger Unterschied bestehe. Diejenigen Völkerschaften, wie die Ägypter, Indianer der Nordwestküste Amerikas, welche infolge einer sorglosen Präparation ihrer Nahrungsmittel Sand unter dieselben bringen, schleifen gewöhnlich alle ihre Zähne gleich weg. Wenn die Nahrung aus harten Samen, Wurzeln oder zähem Fleische besteht, so trifft der höchste Grad der Abnutzung die Oberfläche der ersten Mahlzähne gegen die Zungenseite im Oberkiefer, gegen die Bukkalseite im Unterkiefer. Bei denen, welche von kräftiger, stickstoffreicher Kost leben, werde die Pulpa allmählich verdrängt durch sekundäres Dentin, und der Zahn werde oft bis an den Hals abgeschliffen, ohne daß ein Alveolarabszeß entsteht; wenn dagegen eine mangelhafte Ernährung vorhanden ist, bemerke man beständige Entzündungen, Abszesse und ausgebreitete Resorption der Alveolen«.

W. H. Dalmore[3] macht darauf aufmerksam, daß, wenn beim Verluste der Hinterzähne die Vorderzähne das Kaugeschäft allein besorgen, ein künstlicher gerader Biß entsteht, indem nämlich der Unterkiefer nach vorn geschoben wird, damit die Speisen mit den Vorderzähnen zerkleinert werden können; nach der vollbrachten Mastikation geht der Unterkiefer in seine normale Lage zurück.

Alton Howard Thompson[4] unterscheidet drei Grade der Abnutzung: 1. das Email ist so weit abgeschliffen, daß das Zahnbein gerade schon als dünner Streifen zwischen den Emaildurchschnitten zu sehen ist; beim 2. Grade ist die Abschleifung so weit fortgeschritten, daß das Zahnbein schon konkav ausgehöhlt ist, und beim 3. Grade sind die Zähne sehr verkürzt und das Email hat unregelmäßige und zackige scharfe Ränder. Er fand besonders große Defekte aus mechanischen Ursachen an Schädeln, die

[1] Mummery, Transactions of the odontological society of Great Britain. Vol. II.

[2] Wedl, l. c. 2. Auflage. Bd. II, S. 137.

[3] W. H. Dalmore, Über Abschürfung und Entwicklung sekundären Dentins. Dental Record. Ref. Korrespondenzblatt für Zahnheilkunde. 1896, S. 242.

[4] A. H. Thompson, Mechanical abrasion of the teeth. Dental Cosmos. 1900, pag. 159.

aus dem Altertum stammen, und an Schädeln wilder Stämme, teils deshalb, weil ihre Nahrung sehr hart, grob und kieselhaltig ist, teils deshalb, weil sie die Zähne zu allem möglichen benutzen.

Kersting[1] unterscheidet eine Abrasio, entstanden durch regelrechten, ich würde sagen physiologischen Gebrauch der Zähne von derjenigen, die durch falschen Gebrauch entstanden ist.

Es ist bekannt, daß man bei Haustieren, speziell beim Pferde, die Abschleifungsflächen der Zähne zur Altersbestimmung mit Vorteil verwenden kann; es ist dies darum möglich, weil die Tiere unter ziemlich gleichen Verhältnissen leben, ein gleiches Futter genießen und bei der gleichen Widerstandsfähigkeit der Zähne dieselben auch gleichmäßig abnutzen. In der Abreibungsfläche erscheint dann das dunkel pigmentierte Zahnbein im Querschnitte, der je nach dem Grade der Abschleifung eine runde respektive dreieckige Form zeigt. Da man nun beim Pferde die den einzelnen Altersjahren entsprechende Form der Abschleifungsflächen kennt, kann man daraus das Alter des Pferdes bestimmen.

Beim Menschen dagegen sind, obschon im allgemeinen auch da die Abnutzung ziemlich gleichmäßig stattfindet, doch so große Verschiedenheiten in der Lebensweise, in der Art und in der Bereitung der Nahrungsmittel, in der Widerstandsfähigkeit der Zähne, in der Art des Bisses, daß man kaum annäherungsweise aus dem Grade der Abnutzung auf das Alter wird schließen können, wobei jedoch Angaben, die von dem wirklichen Alter um einige (3—5) Jahre differieren, schon auf eine bedeutende Übung hinweisen.

Baume[2] stellt für die zivilisierten Völker ungefähr folgende Tabelle auf, von der er aber selbst zugibt, daß sie großen Schwankungen unterworfen ist. »Bis zum 30. Jahre betrifft die Ausschleifung nur den Schmelz. Bis zum 40. Jahre ist bereits das Zahnbein erreicht; die Pigmentierung ist gelb. Bis zum 50. Jahre ist das Zahnbein in größerer Ausdehnung freigelegt, die Pigmentierung ist braun. Bis zum 60. Jahre besteht eine breite Ausschleifungsfläche an den Schneidezähnen, selbst die Backenzähne sind bis tief in das Zahnbein ausgeschliffen und dunkelbraun pigmentiert. Bis zum 70. Jahre sind die Defekte schon größer geworden und haben sich fast der Pulpa genähert; die Pigmentierung ist beinahe schwarz.

Jedenfalls bildet die Abnutzung der Zähne ein sehr unzuverlässiges Merkmal für die Altersbestimmung des Menschen, da man mitunter bei verhältnismäßig jungen Individuen abgenutzte Zähne sieht, wie man sie sonst oft erst im hohen Alter beobachtet.

---

[1] Dr. Georg Kersting, Abnutzung der Zähne, Wiener medizinische Wochenschrift. 1902, Nr. 10.

[2] Baume, Odontologische Forschungen. II. Teil, S. 83.

Manchmal erfolgt die Abnutzung unverhältnismäßig rasch. Busch[1] beschreibt einen Fall, wo bei einem neunjährigen Knaben sowohl im Oberkiefer wie im Unterkiefer die bleibenden Zähne bis zum Zahnfleisch abgekaut waren. Die Zähne waren mit brauner Farbe als deutlichem Zeichen höchst mangelhafter Schmelzbildung hindurch getreten; in einem zweiten Falle waren sämtliche Zähne eines etwa zwölfjährigen Knaben bis zum Zahnfleisch abgekaut. Bei einem dritten Patienten, einem Müller in mittleren Jahren mit intaktem Gebisse, hatten sich die Zähne des Unterkiefers dem Lebensalter entsprechend gehalten; dagegen waren sämtliche Zähne des Oberkiefers an der Zungenseite bis zum Zahnfleisch abgekaut, während sie sich an der Wangenseite in der Höhe von 2—3 *mm* erhalten hatten. Durch die starke Abnutzung der oberen Schneidezähne war der Biß ein offener geworden, so daß die letzte Abschleifung der oberen Schneidezähne nur durch die Nahrungsmittel stattgefunden haben konnte.

Diesen letzten Fall haben wir bereits bei den Defekten an den Kauflächen aus nicht völlig bekannten Ursachen erwähnt. Jedenfalls ist eine Erklärung hierfür sehr schwer, da doch unmöglich angenommen werden kann, daß bei einem Individuum die Zähne in dem einen Kiefer widerstandsfähiger sind als in dem anderen. Es zeigt dies aber, daß die Abreibung der Zähne beim Menschen sich schwer für die Altersbestimmung gebrauchen läßt. Bei verschiedener Bißart sind auch die Zähne in verschiedenem Maße abgeschliffen; bei prognathem und V-förmigem Bisse wird z. B. die Schneide der Frontzähne wenig abgenutzt; bei geradem Bisse werden gewöhnlich alle Zähne gleichmäßig abgeschliffen, und es bilden dann Backen- und Frontzähne zusammen eine ebene Fläche.

Durch die Abnutzung der Zähne wird Ersatzdentin gebildet, und daraus erklärt sich auch, daß wir in der Regel kein sensitives Dentin finden; wird dagegen der Zahn unverhältnismäßig rasch abgenutzt, oder sind die Zähne schließlich so weit abgenutzt, daß nur eine dünne Lage Zahnbein die Pulpa deckt, dann treten sehr heftige Schmerzen ein. Es würde dies gewiß noch häufiger der Fall sein, wenn nicht die Pulpa so häufig verkalkt oder atrophisch würde. Beim geraden Biß findet man oft die Zähne durch Abrasio so verkürzt, daß beim Zerkleinern der Speise diese das Zahnfleisch verletzt oder stetig reizt. Einen besonders eklatanten Fall möchte ich hier erwähnen: Während meines Aufenthaltes in Amerika sah ich bei Professor Boedecker einen Patienten, dessen Zähne bei geradem Bisse so weit abgeschliffen waren, daß sie das Zahnfleisch nur etwas über 2 *mm* überragten. Er kam wegen heftiger, durch stete Reizung beim Kauakt entstandener Gingivitis in Behandlung. Es wurden alle Mahl- und Backenzähne mit Goldkappen versehen

[1] Busch, Verhandlungen der Deutschen odontologischen Gesellschaft. Bd. I, S. 18.

(dabei wurden zwei aus der Jugend stammende Lücken überbrückt) und die zwölf Vorderzähne mit Gold zu ihrer ursprünglichen Länge wieder aufgebaut. Ich hatte dann später Gelegenheit, diesen Herrn wieder zu sehen; er kaute sehr gut, die Gingivitis war natürlich vollständig geschwunden.

Als Beispiel einer nicht physiologischen Abnutzung der Zähne ist die professionelle Abnutzung zu erwähnen; so sah Kersting[1] bei Zigarrenarbeiterinnen seicht gebogene Defekte an den Schneidezähnen infolge des Wickelbeißens; bei Näherinnen findet man kleine Defekte, die durch das Zwirnabbeißen entstehen.

Hier möchte ich noch das bei Pfeifenrauchern, besonders denen, die kurze Tonpfeifen mit Tonmundstück rauchen, oft vorkommende Pfeifenloch erwähnen, welches gewöhnlich auf der linken Seite zwischen dem kleinen Schneide- und Eckzahn entsteht. Kleinmann[2] beobachtete einmal bei einem Kapitän auf jeder Seite je ein Pfeifenloch.

Auch künstliche Gebisse, speziell solche mit Metallklammern, führen zur Abnutzung der Flächen der Zähne, an welchen die Metallklammern befestigt sind, besonders dann, wenn die künstlichen Zähne nicht genügend festsitzen; nicht selten ist diese Abnutzung mit Karies kombiniert.

Was nun die Abreibungsflächen an den Berührungsflächen dichtgedrängter Zähne, die Zsigmondy als interstitielle bezeichnet hat, betrifft, so hängt die Größe und Form von der Größe der sich berührenden Flächen ab; auch scheint es, daß die Kenntnis der Form und Größe dieser Facetten viel weniger wichtig ist als die Kenntnis der Stellen, an denen die Zähne sich gegenseitig berühren. Denn an diesen Stellen entsteht, wie bereits Robert Arthur hervorgehoben hat, ein Winkel, welcher den Kohlehydraten als Retentionsstelle dient, und deshalb sind es zumeist diese Winkel, wo vorwiegend Karies an den Berührungsflächen sich entwickelt. M. Baštýř[3] hat seinerzeit diese Stellen näher bezeichnet.

Therapie. Von einer Prophylaxe kann man bei der physiologischen Abnutzung nicht gut sprechen, da ja die Zähne zum Kauen bestimmt sind; selbstverständlich ist den Patienten der widernatürliche Mißbrauch der Zähne streng zu verbieten. Kersting[4] empfiehlt den Tonpfeifenrauchern, einen Gummischlauch über das Mundstück zu ziehen. Wenn die Defekte schon einmal so weit fortgeschritten sind, daß ein vielleicht schon verfärbtes Zahnbein freiliegt, so ist es zweckmäßig, das rasche Fortschreiten der Ab-

---

[1] Kersting, l. c.

[2] Kleinmann, Das Pfeifenloch im Munde. Korrespondenzblatt für Zahnheilkunde. 1900, S. 363.

[3] M. Baštýř, Österreichisch-ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1886, S. 379.

[4] Kersting, l. c.

nutzung der Zähne durch Füllung zu verzögern; von einer Art der Therapie durch Goldfüllung und Goldkappen habe ich schon früher (Fall Boedecker) gesprochen; doch wird es meistens genügen, eine flache Kavität zu bohren und diese auszufüllen, und zwar kommen da nur Gold- und Porzellanfüllungen in Betracht, da Pyrophosphat- oder gar Guttaperchafüllungen beim Kauakt zu schnell abgenutzt würden. In Fällen, bei denen die Abnutzung des Zahnbeins so schnell geschah, daß sich nicht genügend rasch Ersatzdentin bilden konnte, wird man wegen großer Empfindlichkeit von der Abreibungsstelle aus trepanieren und nach vorangegangener Wurzelbehandlung füllen müssen.

Printed in Germany





